COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JUILLET 1928.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE HAMY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du décret en date du 24 juin 1928 qui porte approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **Louis Blaringhem** pour occuper dans la Section de Botanique la place vacante par le décès de M. *L. Guignard*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **L. Blaringhem** prend place parmi ses Confrères.

GÉODÉSIE. — *Sur diverses particularités relatives à la mesure de l'arc de méridien des Alpes françaises*. Note de M. **P. Helbronner**.

Les calculs de la mesure de l'arc de méridien que j'ai envisagé du Nord de la Norvège au Sahara étant terminés et les résultats devant faire prochainement l'objet de communications à l'Académie, relatives d'une part à l'établissement des divers segments et d'autre part aux contributions appor-

tées à la détermination d'une section méridienne de la Figure de la Terre, il m'a semblé intéressant de résumer au préalable diverses conditions un peu nouvelles au moyen desquelles j'ai réalisé cette détermination : trois de ces conditions feront l'objet de la présente Note, la première touchant la jonction des divers segments des triangulations utilisées, la seconde relative aux méthodes adoptées pour la fixation d'un azimut de départ, la troisième s'adressant à l'établissement des distances séparant les points extrêmes de chaque segment.

En ce qui concerne la jonction des divers segments des triangulations utilisées, je m'étais aperçu que les errements suivis jusqu'à ce jour pour l'établissement de la mesure d'un arc se développant sur plusieurs États limitrophes, c'est-à-dire au moyen de triangulations fondamentales différentes, dépassaient souvent très largement dans les précautions prises la limite utile des précisions requises pour le but recherché. Il sautait notamment aux yeux que le soin mis à identifier aux environs du cent-millième de la longueur, en général, les côtés communs aux limites des divers segments, s'il était tout à fait légitime au point de vue théorique, ne cadrait pas avec l'aléa existant toujours dans l'état actuel de la Science, du fait de l'impossibilité de discriminer, dans la détermination des latitudes astronomiques des points formant relais des segments, la part provenant de la forme effective théorique de l'ellipse méridienne, et la part revenant à l'attraction des masses orographiques superficielles ou géologiques internes. Toutes les déterminations que je possédais, soit par mes propres opérations, soit par les publications des États étrangers, me confirmaient que l'adoption des latitudes astronomiques apportait ordinairement une cause de perturbation d'une valeur supérieure à celle qui résultait de la différence des latitudes conclues des ellipsoïdes théoriques les plus différents. Or, dans l'impossibilité de se passer des mesures astronomiques indispensables, qui, pour la plus grande part, basent les études de la forme de la Terre, il fallait, pour rendre individuellement moins nocives les perturbations qui les affectent, accumuler la plus grande quantité possible de documents, c'est-à-dire de segments, dans l'espoir de racheter par le calcul des probabilités et la loi des grands nombres l'imprécision de chaque segment individuel.

J'ai donc ainsi, successivement, fait rentrer dans ma mesure les résultats dépourvus de tout accord de base publiés officiellement, comme ceux de la Suisse, de l'Italie, de l'Allemagne, du Danemark, de la Suède et de la partie méridionale de la Norvège, ou comme ceux qui me furent très aimablement communiqués manuscrits par M. le major Klingenberg, chef du

Service géodésique de Norvège pour toute l'importante partie septentrionale de ce pays non encore publiée, ou par M. le général Bellot, directeur du Service géographique de l'Armée française, pour la Méridienne de Gabès traversant la Tunisie du Nord au Sud.

En ce qui concerne les observations délicates nécessaires à la fixation d'un azimut de départ, notamment pour le segment des Alpes françaises, j'ai pensé qu'il était inutile d'en effectuer de spéciales et qu'il était rationnel de profiter des résultats obtenus au cours de nombreuses recherches exécutées au sujet des instruments de l'Observatoire du Mont Gros à Nice, en incorporant dans mon réseau fondamental les centres des lunettes des cercles méridiens de Gautier et de Brunner que possède cet établissement et dont les *Annales de l'Observatoire* (1) ont publié minutieusement les données permettant de tenir compte des corrections appliquées à la fixation des azimuts des diverses mires méridiennes correspondantes. J'ai donc occupé pendant une quinzaine de jours de l'automne 1926 deux stations près des deux appareils méridiens de l'Observatoire, de façon à introduire dans le réseau fondamental de ma Chaîne méridienne des Alpes les directions précises de l'alignement Nord-Sud de ces instruments. Le détail de ces opérations devant être publié très complètement dans le Tome IX de la *Description géométrique détaillée des Alpes françaises*, il suffit d'indiquer ici que la correction définitive moyenne à apporter aux azimuts géodésiques s'est élevée à + 36 secondes centésimales.

D'autre part, ayant rattaché les côtés et les azimuts de la triangulation fondamentale suisse à la Méridienne des Alpes, j'ai pu introduire comme nouvelles données les observations astronomiques effectuées à cinq stations du réseau de la Confédération qui ont fait ressortir les écarts suivants entre les azimuts astronomiques directement observés par les ingénieurs du Service topographique fédéral et les azimuts découlant de la continuation sur le territoire suisse de l'enchaînement géodésique de la Méridienne de Savoie : à la Dôle + 29",06; à Naye + 105",58; à Suchet + 22",75; à Berra + 86",89; à Chasseral + 33",88, chiffres dont la variabilité tient surtout aux déviations locales de la verticale et dont la moyenne arithmétique s'établit à + 56 secondes centésimales, cadrant dans une mesure très suffisante avec la moyenne des valeurs trouvées à l'Observatoire de Nice.

Enfin, ayant recherché dans les côtés communs de la Méridienne des Alpes avec ceux de la triangulation fondamentale italienne, un troisième

(1) *Annales de l'Observatoire de Nice*, 6, 1897, p. DLVIII et suiv.

terme de comparaison, j'ai obtenu entre les valeurs de l'Institut militaire géographique de Florence et celles résultant de l'enchaînement géodésique de la Méridienne des Alpes prolongé sur le territoire italien une différence de + 50 secondes centésimales au Grand Rubren et de + 43 secondes au Tournairet, soit une moyenne de + 47 secondes.

En conséquence j'ai adopté pour la correction à apporter dans la mesure de l'arc de méridien à l'azimut de départ tiré de la Chaîne Méridienne française des Alpes une valeur moyenne de + 50 secondes centésimales, correction destinée d'ailleurs uniquement à l'angle de projection des lignes géodésiques sur le méridien adopté pour le calcul de l'arc.

En ce qui concerne, enfin, le calcul des longueurs des lignes géodésiques dont la projection sur le méridien constitue les différents segments de l'arc, j'ai été amené à utiliser dans un grand nombre de cas une méthode qui, sans être probablement nouvelle, n'a cependant pas jusqu'ici été considérée comme classique à côté de celles servant à l'établissement de ces longueurs, c'est-à-dire les méthodes dites par segments, par rabattements et par projections (1).

J'ai en effet utilisé à plusieurs reprises une quatrième méthode basée sur l'emploi de triangles auxiliaires : elle consiste à effectuer, en partant toujours de la même origine du segment, une série de calculs aboutissant à la détermination successive de lignes directes joignant le sommet origine à des sommets de plus en plus éloignés jusqu'à celle constituant la liaison finale avec le sommet situé à l'extrémité opposée. Chaque fois, les données du triangle servant au calcul sont un côté extrait directement de la triangulation et le côté obtenu dans le calcul précédent, lequel permet également la fixation de l'angle compris, dont il faut avoir soin de défalquer le tiers de l'excès sphérique correspondant au triangle mis en œuvre. En opérant ainsi sur deux enchaînements complètement indépendants, extraits de la chaîne compensée, on obtient une vérification par la coïncidence des deux valeurs finales de la longueur et de l'azimut de la ligne joignant les deux sommets extrêmes. En exemple je donnerai ci-après les résultats des séries des triangles auxiliaires, ayant servi par deux enchaînements complètement indépendants à la mesure de la longueur Ripaille-Porquerolles :

---

(1) Voir Ct R. BOURGEOIS, *Cours de Géodésie et d'Astronomie de Position du Service géographique*, 1905, p. 248. Dans le récent *Traité de Géodésie*, 1928, du même auteur, reprenant celui publié par Faye, il n'est même plus question que des deux méthodes par segments et par projections.

Premier enchaînement.	m
Ripaille-Môle	32135,21
Ripaille-Colloney	49626,83
Ripaille-Fours	75578,75
Ripaille-Roignais	84998,73
Ripaille-Thabor	142475,30
Ripaille-Bric Froid	173672,98
Ripaille-Cheiron	289210,20
Ripaille-Moulin Paillas	352992,64
Ripaille-Porquerolles	377786,92

Azimut Ripaille-Porquerolles $= 196^G 4191'',71$

Deuxième enchaînement.	m
Ripaille-Grand Mont	84922,24
Ripaille-Belle Cote	102864,47
Ripaille-Dent-Parrachée	124660,58
Ripaille-Goléon	144081,79
Ripaille-Pelvoux	166418,20
Ripaille-Grand Rubren	200581,57
Ripaille-Pouzenc	215212,39
Ripaille-Ténibres	237582,00
Ripaille-Grand Coyer	255495,08
Ripaille-Mourre de Chanier	283932,98
Ripaille-Sainte Baume	343994,54
Ripaille-Coudon	361396,06
Ripaille-Porquerolles	377786,94

Azimut Ripaille-Porquerolles $= 196^G 4192'',00$

Soit une différence entre les deux enchaînements de 2^{cm} en longueur totale et de 29 centièmes de seconde en azimut pour une distance atteignant près de 400^{km}.

PHOTOMÉTRIE. — *Méthode générale de mesure de l'absorption d'un échantillon de diffuseur.* Note [1] de M. **André Blondel.**

Une sphère en substance translucide diffusante de rayon r ou de surface S contenant une source qui produit un flux F donne lieu sur sa surface intérieure à deux flux [2] : le flux d'éclairement centrifuge Φ_e, le flux de radiance centripète Φ_r, et laisse sortir un flux F'. Si l'on appelle a, τ, σ, ρ les facteurs d'absorption, de transmission diffuse, de réflexion spéculaire et diffuse, en supposant nulle la transmission régulière, μ un coefficient de perte de flux par occultation par la source ou par sa monture, on a, sans aucune hypothèse, les équations suivantes :

(1) $F' = \tau\Phi_e$ par définition de τ,

(2) $F' = (1-\mu)F - a\Phi_e$ } par le principe de conservation.

(3) $F' = \Phi_e - \Phi_r$ }

---

(1) Séance du 25 juin 1928.

(2) Cf. *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1781.

On en tire les expressions des trois flux inconnus en fonction de F,

$$(4)\qquad F' = F\frac{\tau}{\tau + a}(1 - \mu),$$

$$(5)\qquad \Phi_e = \frac{F}{\tau + a}(1 - \mu),$$

$$(6)\qquad \Phi_r = \frac{1 - \tau - a}{\tau + a}F(1 - \mu)$$

sans aucune hypothèse sur la loi de la radiance. Pour calculer l'éclairement intérieur E, en un point m, il faut faire une telle hypothèse ; ce n'est intéressant que pour le cas d'une sphère intégrante (lumenmètre) opaque et dépolie intérieurement et diffusant suivant la loi de Lambert, d'où $\sigma = \tau = 0$. On a alors

$$(7)\qquad E = \frac{I}{r^2} + \frac{\Phi_r}{S} = \frac{I}{r^2} + \frac{(1 - \mu')}{1 - \rho}\frac{\rho F}{S}$$

et, si la source I est masquée par un petit écran par rapport au point m,

$$(8)\qquad E = \frac{F}{S}\frac{(1 - \mu')}{1 - \rho}\rho.$$

Si l'on n'a dans la sphère aucune source, mais seulement un flux F pénétrant du dehors par une petite ouverture, la même expression reste applicable. Elle l'est encore si le flux F est produit dans la sphère par diffusion d'un petit échantillon de diffuseur plan ou peu courbe (découpé dans un globe), illuminé par un faisceau projeté sur lui à travers l'ouverture précitée, pourvu qu'on protège la plage éclairée en m contre les rayons directs de l'échantillon par un petit écran suspendu dans la sphère et recouvert du même enduit mat diffusant que la sphère.

L'éclairement E est mesuré sur une petite plage photométrique formée d'un verre diffuseur étalonné encastré dans la sphère au point m, par exemple un disque de 20 à 30^{mm} de diamètre, qu'on observe à l'aide d'un brillancemètre ou qui éclaire un photomètre mobile sur un banc photométrique. L'ouverture d'introduction du flux est placée dans le même plan horizontal, dans une autre direction, décalée de 90 à 180° par rapport à la première.

Il n'est pas nécessaire d'étalonner cet ensemble parce qu'on opère pour comparaison, en concentrant un même pinceau lumineux provenant d'une lanterne de projection extérieure, tantôt sur l'échantillon étudié, tantôt

sur la sphère, après enlèvement de l'échantillon sans rien changer à la lampe et au faisceau qu'elle produit ([1]).

L'équation (8) est alors remplacée par (9)

$$E' = \frac{F_0}{S} \frac{\delta}{i - \rho}(1 - \mu') \tag{9}$$

en appelant F_0 le flux du pinceau lui-même. On en déduit

$$\frac{E}{E'} = \frac{F}{F_0},$$

en admettant négligeable la petite modification de μ' dans ces deux expériences. Le rapport $\frac{F}{F_0}$ correspond, suivant les cas, à divers facteurs caractéristiques de l'échantillon.

Si l'échantillon est translucide et encastré dans l'ouverture, $\frac{F}{F_0} = \tau$;

Si l'échantillon est translucide et suspendu librement ([2]) dans la sphère, $\frac{F}{F_0} = 1 - a$;

Si l'échantillon est translucide et occulté par une plaque noire, $\frac{F}{F_0} = \rho + \sigma$;

Si l'échantillon est opaque et suspendu dans la sphère, $\frac{F}{F_0} = \rho + \sigma$.

En définitive, une petite sphère intégrante permet de mesurer les facteurs caractéristiques de la diffusion, sous des angles variés, car on peut changer soit l'orientation et l'échantillon dans le premier cas considéré, soit la direction du pinceau incident par l'orientation de la lanterne.

Cette méthode est analogue, d'ailleurs, à celle que j'ai décrite antérieurement pour la mesure de l'absorption des instruments d'optique ([3]).

([1]) Par exemple, la sphère de $0^{m},50$ de diamètre reçoit un faisceau de 200 lumens concentré sur un échantillon de 20^{mm} placé au centre.

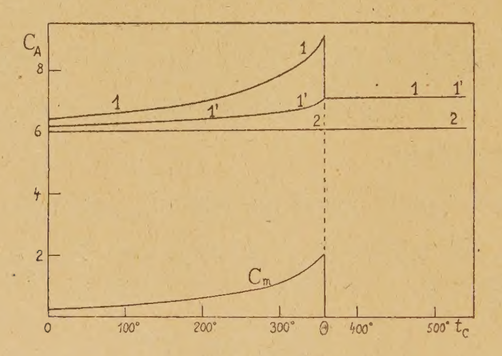
Le faisceau est réglé de manière à former sur l'échantillon l'image entière de la source très concentrée employée : lampe pointolite au filament spiralé court et gros.

([2]) Par un cadre étroit dans lequel il est enchâssé.

([3]) Cf. *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 739.

MAGNÉTISME. — *Sur la chaleur spécifique du nickel au-dessus du Point de Curie.* Note (¹) de M. **Pierre Weiss.**

La courbe 1,1 représente, entre 0° et 550°, le produit de la chaleur spécifique vraie du nickel par sa masse atomique. Cette chaleur atomique C_A a été ramenée à sa valeur à volume constant. Elle a aussi été corrigée de la dégénérescence quantique. On a utilisé pour ce tracé des mesures très pré-



cises de la chaleur spécifique moyenne dont on a déduit la chaleur spécifique vraie (²). Ces données ont été confirmées récemment par des mesures directes de la chaleur spécifique vraie (³).

Pour dégager la part du ferromagnétisme dans cette chaleur atomique nous la comparons à celle du cuivre, représentée par la courbe 2,2. Cette dernière est empruntée à l'étude de Schübel (⁴) qui s'étend de 0° à 600°. Les chaleurs atomiques du cuivre sont, elles aussi, ramenées au volume constant et corrigées de la dégénérescence quantique. La courbe du cuivre, extrapolée au zéro absolu, donne très approximativement la valeur théorique 5,96. La chaleur atomique du cuivre croît lentement avec la température, probablement à cause de l'accession progressive de nouveaux degrés de liberté.

On connaît un des effets du ferromagnétisme sur la chaleur spécifique : pour détruire l'aimantation spontanée il faut fournir une chaleur de désai-

(¹) Séance du 25 juin 1928.

(²) Pierre Weiss, A. Piccard et A. Carrard, *Arch. Sc. phys. et nat.*, 43, 1917, p. 114.

(³) Mme Ch. Lapp, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1104.

(⁴) *Zeitsch. anorg. Chem.*, 87, 1914, p. 81.

mantation. Il en résulte, dans la chaleur spécifique, un terme magnétique C_m, calculable à partir des mesures d'aimantation en s'appuyant sur la théorie du champ moléculaire. Les expériences de M[me] Lapp (*loc. cit.*) ont donné un contrôle précis de ce terme par l'identité de la discontinuité au Point de Curie, observée et calculée.

Si l'on retranche ce terme, représenté en C_m au bas de la figure, la chaleur atomique restante est donnée par $1', 1'$. L'excès de $1', 1'$ sur 2,2 est une autre manifestation du ferromagnétisme qui avait déjà été entrevue (¹), mais dont je me propose de préciser ici le caractère. Cet excès, faible aux basses températures, croît progressivement jusqu'au point de Curie Θ, pour demeurer ensuite constant comme il résulte du tableau suivant :

	Courbe 1'.	Courbe 2.	Différence.
363°..................	7,11	6,06	1,05
400..................	7,11	6,07	1,04
450..................	7,13	6,08	1,04
500..................	7,14	6,10	1,04
550..................	7,17	6,12	1,05

La chaleur atomique du nickel au-dessus du Point de Curie présente le même accroissement lent que celle du cuivre. Leur différence est constante et égale, au degré de précision des mesures, *à la part de la chaleur atomique* 0,993 *correspondant à l'énergie cinétique d'un degré de liberté.*

L'erreur possible sur cette différence provient, outre les erreurs sur les chaleurs spécifiques mesurées qui sont faibles, des erreurs sur les réductions à volume constant. Ces corrections croissent avec la température; à 363°, elles sont de 0,4 environ pour l'un et l'autre métal. Elles exigent la connaissance des coefficients de dilatation et de compressibilité. Les premiers sont bien connus. (Cuivre : Henning, *Ann. d. Phys.*, 22, 1907, p. 631; nickel : Chevenard, *Comptes rendus*, 174, 1922, p. 109.) Le coefficient de compressibilité du cuivre a été déterminé par Grüneisen (*Ann. d. Phys.*, 33, 1910, p. 1239), à diverses températures jusqu'à 165° et peut être extrapolé sans grande incertitude jusqu'à 550°. La compressibilité du nickel n'est connue qu'à la température ordinaire (Grüneisen, *Ann. d. Phys.*, 25, 1908, p. 825); j'ai admis que sa variation thermique est celle du module d'Young. Si l'erreur est égale à la moitié de cette variation thermique, il en résulte une erreur de 2,5 pour 100 sur la différence des chaleurs atomiques.

La correction de la dégénérescence quantique a été faite au moyen de la formule de Debye (*Ann. d. Phys.*, 39, 1912, p. 789), en admettant, pour la température caractéristique figurant dans cette formule, $\theta = 309°$ pour le cuivre (Debye, *loc. cit.*) et

(¹) Pierre Weiss, A. Piccard et A. Carrard, *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 43, 1917, p. 212.

θ — 380° pour le nickel (d'après les expériences de Mme Lapp aux températures de l'air liquide). Cette correction, de l'ordre de 1 pour 100 à 400° pour l'un et l'autre métal, ne donne pas lieu à une incertitude notable.

On sait que le moment atomique du nickel au zéro absolu est de 3 magnétons, et à température élevée, de 8 magnétons. Il paraît vraisemblable que l'acquisition de la chaleur spécifique supplémentaire soit liée au changement de moment atomique. Le quatrième degré de liberté réaliserait donc un cas où l'agitation thermique pénétrerait à l'intérieur de l'atome.

Les chaleurs spécifiques des autres ferromagnétiques, fer, cobalt, magnétite, ont les mêmes propriétés générales que celles du nickel, mais on manque des données numériques précises nécessaires pour la discussion.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les points critiques et la trempe martensitique des fontes au nickel et au nickel-chrome.* Note [1] de MM. **Léon Guillet, Galibourg et Ballay.**

Le refroidissement rapide des fontes, à partir de l'état liquide, qui conduit à l'état labile ferrite et cémentite, est généralement appelé trempe. Les fontes sont également susceptibles de prendre l'état martensitique, dans les mêmes conditions que les aciers, par chauffage au-dessus du point de transformation et refroidissement brusque. Les deux sortes de trempes, très différentes, peuvent être appelées : trempe primaire et trempe secondaire (ou martensitique); elles peuvent d'ailleurs se produire l'une et l'autre au cours du premier refroidissement d'un moulage.

La présente Note a trait à la trempe martensitique des fontes et plus particulièrement des fontes contenant du nickel ou du nickel et du chrome.

Les essais ont porté sur une gamme de fontes contenant 3,2 à 3,4 pour 100 de carbone total et 0,90 pour 100 de phosphore avec des teneurs variables en silicium, manganèse, nickel et chrome. Les fontes étudiées ont été préparées au creuset, chauffées et coulées à la même température dans des conditions rigoureusement identiques. Les points critiques ont été déterminés par la méthode thermique différentielle au galvanomètre double Saladin-Le Chatelier, sur des échantillons prismatiques de $20 \times 15 \times 40^{mm}$ semblablement prélevés dans les pièces coulées.

Deux vitesses de refroidissement ont été utilisées.

1° Refroidissement lent dans le four. Vitesse moyenne de refroidissement (v) dans l'intervalle 950°-450° : 8 à 10° par minute;

(1) Séance du 25 juin 1928.

2° Refroidissement rapide dans le four par soufflage d'air. Vitesse moyenne de refroidissement (V) dans l'intervalle 950°-450° : 250° par minute.

Les échantillons ont été chauffés à 940°; cette température a été atteinte en 30 à 35 minutes.

La position des points critiques est donnée dans le tableau ci-dessous.

Dans ce tableau sont également portées les différences de dureté Brinell entre un échantillon ayant subi le traitement indiqué en tête de la colonne et un échantillon brut de coulée. Une valeur négative correspond à un adoucissement apporté par le traitement. Les essais de dureté ont été faits sous 500^kg avec une bille de 5^mm de diamètre sur des échantillons prismatiques de 8 × 10 × 18^mm. La température de 925° a été maintenue 5 minutes avant la trempe à l'air.

Numéros des fontes.	Composition chimique.				Température de transformation (1).			Augmentation de dureté relativement à l'état coulé.		
						Refroidissement.				
	Mn.	Si.	Ni.	Cr.	Échauffement.	Vitesse v.	Vitesse V.	Revenu à 500° 45′ après coulée.	Trempé à 925° air calme.	Trempé à 925° air soufflé.
1...	0,24	1,10	0,07	0	795	760	735		+ 2	+ 23
2...	0,24	1,17	1,02	0	780	740	715		+ 51	+ 54
3...	0,24	2,11	0	0	820	780	720		— 20	— 16
4...	0,23	2,06	1,0	0					0	+ 5
5...	0,24	2,08	1,96	0	790	735	670		— 8	+ 2
6...	0,21	0,74	4,02	0	720	650	<350 (2)	— 33	+ 58	+ 58
7...	0,22	0,96	5,40	0,14	700	610	<350 (2)	—100	— 21	— 30
8...	0,61	1,08	0	0	780	730	715	0	+ 30	+ 44
9...	0,63	1,14	1,09	0	770	710	690	0	+ 56	+115
10 (3).	0,59	1,27	2,06	0	760	680	<350 (2)	—12	+150	+192
11...	0,57	1,61	0	0	810	760	735		+ 21	+ 32
12...	0,57	1,61	0,99	0					+ 21	+ 61
13...	0,57	1,70	1,98	0	780	710	{ 645 et <350 (2) }		+ 47	+133
14...	0,59	2,08	0	0	825	770	730	0	+ 8	+ 10
15...	0,61	2,07	1,03	0					+ 18	+ 21
16...	0,62	2,04	2,06	0	795	725	660	0	+ 79	+103
17...	0,61	1,17	0,62	0,21					+ 33	+ 21
18...	0,63	1,08	1,07	0,46					+ 30	+ 35
19...	0,61	1,17	2,01	0,65	765	690	<350 (2)		+142	+153
20...	0,61	1,79	2,14	0,70					+108	+142

(1) Température de plus grande vitesse de transformation.

(2) Au-dessous de 350° la température de transformation n'est pas indiquée de manière très précise par la méthode thermique.

(3) La teneur en C total de cette fonte est seulement 2,58 pour 100.

Ces résultats, ainsi que de nombreux essais de dureté exécutés sur des échantillons de plus grande masse que les précédents, conduisent aux conclusions suivantes :

1° Le silicium élève la température de transformation et augmente la vitesse critique de trempe. Il diminue par suite l'aptitude à la trempe martensitique. On sait qu'il diminue de même l'aptitude à la trempe primaire, par suite de précipitation du carbone à l'état de graphite.

2° Entre 0,20 et 0,65 pour 100, le manganèse abaisse légèrement la température de transformation. Il influe sur la vitesse critique de trempe qu'il abaisse très nettement. Il semble agir beaucoup sur la dureté après trempe secondaire. Dans les mêmes limites de teneurs, le manganèse n'a, par contre, qu'une action insignifiante sur la trempe primaire.

3° Le nickel abaisse la température de transformation et la vitesse critique de trempe. Il permet d'obtenir le rejet de la transformation au-dessous de 350°. Il agit donc très favorablement sur la trempe secondaire alors que, facilitant la précipitation du graphite, il diminue l'aptitude à la trempe primaire.

4° Le chrome, ajouté à une fonte au nickel, diminue la vitesse critique de trempe et a, par suite, comme dans les aciers, une forte influence sur la trempe secondaire. Par voie de conséquence, il augmente la pénétration de trempe martensitique.

5° Ces essais permettent d'envisager l'utilisation industrielle de fontes au nickel et au nickel-chrome, très résistantes à l'usure, de deux catégories :

a. Fontes facilement usinables après moulage et susceptibles de durcir par chauffage vers 900° et refroidissement à l'air calme ou à l'air soufflé suivant la masse des pièces.

La fonte n° 19 du tableau ci-dessus donne par exemple :

État brut de coulée : $\Delta = 245$ ($\Delta =$ dureté Brinell sous 3000^{kg} avec une bille de 10^{mm} de diamètre);

État trempé à l'air à 925° : $\Delta = 395$.

b. Fontes analogues aux aciers auto-trempants, dures après coulée mais pouvant être facilement usinées après un recuit de courte durée à 650°. Après usinage, ces fontes à grande pénétration de trempe pourraient être fortement durcies par chauffage vers 900° et refroidissement à l'air.

En présentant à l'Académie l'Ouvrage intitulé *Applications de la Géométrie à la stabilité des constructions*, par D. Wolkowitsch, Ouvrage dont il

a écrit la *Préface*, M. **d'Ocagne** tient à signaler que cet Ouvrage constitue un essai des plus originaux d'emploi systématique de la méthode géométrique dans l'étude des systèmes hyperstatiques, d'où résulte à la fois une simplification notable dans l'établissement des propriétés déjà connues et le moyen d'obtenir aisément nombre de propriétés nouvelles.

NOMINATIONS.

M. **Léon Guillet** est adjoint à la délégation de l'Académie à la cérémonie d'inauguration du *Monument élevé au Maréchal Foch*, le samedi 7 juillet, à Cassel.

MM. **Gustave Ferrié**, **Henri Abraham**, **Charles Maurain**, **René Mesny**, **Robert Bureau**, **Philippe Le Corbellier**, **Léon Bouthillon**, **Bernard Salomon**, **Paul Brenot** sont désignés pour faire partie de la délégation française à l'Assemblée générale que l'Union internationale de radiotélégraphie scientifique doit tenir à Bruxelles du 10 au 15 septembre 1928.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

La prévision des cyclones de la mer des Antilles et du golfe du Mexique.
Mémoire présenté par M. **Ch. Laforest-Duclos** (Extrait.)

Cette prévision est basée sur l'ensemble des phénomènes atmosphériques, tels que les conçoit l'auteur :

Convection Polaire-Équatoriale de l'air, *inévitable* par suite de la grande différence de température entre ces deux régions.

Convection régulière entre les tropiques, engendrant la régularité des alizés, par suite du parallélisme presque complet des méridiens dans cette région.

Troubles multiples sur les zones tempérées, par suite du resserrement des méridiens convergeant vers les pôles, resserrement qui gêne les

courants de retour aux pôles et masque en partie la convection polaire, cependant inévitable par suite des différences de température.

Par suite de la prédominance des mers sur les continents (72 pour 100), par suite de la régularité des alizés soufflant sur la zone torride des deux hémisphères « *Le voisinage de l'équateur est le lieu principal de génération et de concentration des vapeurs du Globe* ».

Par condensation lente, résultat de la progression en latitude, due à l'entraînement par les courants de retour au pôle, elles donnent des pluies plus ou moins abondantes.

Par condensation rapide elles engendrent les tempêtes.

Le vide que tend à produire cette condensation est la seule cause capable d'expliquer rationnellement les dépressions et les vitesses des vents des grands ouragans.

Pour prévoir les tempêtes, il faut prévoir les causes de concentration et de condensation rapide des vapeurs.

Les ouragans sont des phénomènes absolument irréguliers, ils viennent donc de causes essentiellement variables.

Dans la nature les forces d'attraction seules sont essentiellement variées, donc elles participent à la génération des tempêtes.

L'auteur prétend donc que «*tous les phénomènes que nous observons dans notre atmosphère sont engendrés par l'action combinée des trois grandes forces qui s'exercent sur le Globe terrestre : la chaleur solaire, l'attraction de la Lune et celle du Soleil* ».

Si faible qu'on puisse supposer l'action de ces deux dernières forces unies à la chaleur solaire qui fournit l'énergie, elles sont seules capables de tout expliquer.

L'idée de cette action combinée des trois forces est nouvelle ; elle n'a encore jamais été examinée.

L'opinion basée sur *l'inaction absolue des forces d'attraction*, assez répandue dans le monde savant, est sans fondement. La seule apparence de base est le Chapitre V, Titre IV, Tome II de la *Mécanique céleste*. Elle est sans valeur.

Le Mémoire montre que le théorème traité par Laplace n'est nullement le cas de l'atmosphère terrestre. Le grand géomètre n'a point fait erreur, car il conclut : Nous ignorons l'effet produit sur l'atmosphère... sur un fluide aussi mobile de très petites causes peuvent avoir de très grands effets (surtout si l'on y ajoute l'action solaire). D'ailleurs de très grands savants indiqués au Mémoire ont admis sans objections les bases du système adopté.

Le soulèvement de la marée atmosphérique active l'évaporation ; le

maximum de vapeur doit donc se trouver sur la trajectoire du maximum du soulèvement et au voisinage du maximum de température.

La côte nord de l'Amérique du Sud, orientée sensiblement du Sud-Est au Nord-Ouest, est à peu près perpendiculaire aux alizés dirigés du Nord-Est au Sud-Ouest. Cette côte est longée par le courant marin qui, après avoir franchi l'Atlantique sous l'équateur, va du cap Saint-Roques au golfe du Mexique. Elle est donc un lieu d'extrême concentration de vapeur et par suite aussi un lieu extrêmement fréquent de génération de cyclone.

Les cartes de la brochure que le Navy-Department de Washington a bien voulu faire envoyer à l'auteur par le Weather Bureau, à la suite d'une Communication faite il y a quelque temps, montre la remarquable exactitude de ces considérations.

On arrive ainsi aux fonctions

$$f = \frac{chr\psi}{0,44 + (y - l)}$$

c, chaleur du courant déduit de la déclinaison du Soleil (formule Faye, *Astronomie*);
h, coefficient de la marée océanienne, justifié au Mémoire;
r, refroidissement dû aussi à la position du Soleil;
ψ, variation en 24 heures de la déclinaison de l'axe d'attraction;
y, déclinaison de cet axe;
l, latitude d'un point de la côte américaine déterminé par le système des zones méridiennes. Différence prise toujours (+);
f, calculé chaque jour représente la force, ou tendance, au cyclone. Si elle dépasse une valeur déterminée il y a cyclone.

Cette fonction appliquée aux années 1923 et 1922, les dernières de la brochure américaine, donne des résultats qui ne peuvent laisser, à un esprit impartial, aucun doute sur la réalité du système.

CORRESPONDANCE.

M. **W. Vernadsky**, élu Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse des remercîments à l'Académie.

M. **Frédéric Swarts**, élu Correspondant pour la Section de Chimie, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Tables annuelles de constantes et données numériques de Chimie, de Physique, de Biologie et de Technologie*, publiées, sous le patronage de l'Union de Chimie pure et appliquée, par le Comité international nommé par le VIIe Congrès de Chimie appliquée (Londres, 2 juin 1909). Secrétaire général : Ch. Marie; volume VI, années 1923-1924, deuxième partie.

2° *Note sur le climat de l'Indochine*, par P. Carton.

3° Jakob Eriksson. *Die Pilzkrankheiten der Garten- und Parkgewächse.*

4° *Approximations successives et équations différentielles*, par Émile Cotton (Fascicule XXVIII du *Mémorial des Sciences mathématiques*).

5° E. Cartan. *Leçons sur la géométrie des surfaces de Riemann.* (Présenté par M. E. Borel.)

6° *Faune de France.* 18. *Diptères* (*Nématocères*). *Chironomidæ*. III. *Chironomariæ*, par M. Goetghebuer. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

7° *Isaac Roberts' Atlas of 52 regions, a guide to Herschel's Fields*, par Mrs Isaac Roberts. (1 fascicule et 1 atlas. Présentés par M. Deslandres.)

8° *Sur les fonctions de Bessel à plusieurs variables et leurs applications en mécanique,* par M. Akimoff. (Présenté par M. Appell.)

TOPOLOGIE. — *Démonstration élémentaire du dernier théorème de Poincaré.* Note [1] de M. **B. de Kerékjártó**, transmise par M. Hadamard.

Par la méthode qui nous a servi dans notre Note précédente [2], nous allons déduire le théorème suivant énoncé par Poincaré et démontré d'une façon ingénieuse par M. Birkhoff [3].

Si une transformation topologique d'une couronne limitée par deux circonférences concentriques fait avancer les points sur la frontière extérieure dans le sens positif, ceux sur la frontière intérieure dans le sens négatif, si de plus la transformation n'a pas de point invariant, il y a un contour simple c dont l'image (directe ou inverse) se trouve à l'intérieur du contour c.

---

(1) Séance du 21 mai 1928.

(2) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1699.

(3) *Acta mathematica*, **47**, 1925, p. 297-311.

Soient (r, φ) les coordonnées polaires d'un point de la couronne : $1 \leqq r \leqq 2$, $0 \leqq \varphi < 2\pi$; désignons par $r' = R(r, \varphi)$, $\varphi' = \Theta(r, \varphi)$ les coordonnées de son image; soit $\Theta(r, \varphi)$ déterminé de telle manière que pour un point de la circonférence $r = 2$, on ait $\varphi < \Theta(2, \varphi) < \varphi + 2\pi$. Nous pouvons supposer que $|\Theta(r, \varphi) - \varphi|$ soit inférieur à $\frac{\pi}{4}$ dans toute la couronne. [Autrement, nous considérons la transformation $r'' = R(r, n\varphi)$, $\varphi'' = \frac{1}{n} \cdot \Theta(r, n\varphi)$, où n désigne un entier positif assez grand.]

Soient x, y des coordonnées cartésiennes dans le plan (x, y) et posons $y = r$, $x = -\varphi + 2k\pi$ $(k = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots)$. A la couronne correspond la bande $-\infty < x < +\infty$, $1 \leqq y \leqq 2$, et à la transformation donnée une transformation de la bande qui est périodique en x de période 2π.

Dans la bande, soit donné un arc simple d'extrémité $B(x = 0, y = 1)$; parcourons cet arc à partir de B jusqu'au premier point pour lequel le chemin parcouru b et son image c se rencontrent; soit a l'image inverse de b. On voit aisément que a et c n'ont aucun point en commun et que ou bien a aboutit dans son extrémité au côté droit de b, ou bien b aboutit dans son extrémité au côté gauche de a (voir la Note citée).

Soient l_0, $l_{2\pi}$, $l_{-2\pi}$ les segments $1 \leqq y \leqq 2$, $x = 0, 2\pi, -2\pi$; parcourons l_0 à partir de B jusqu'au premier point P pour lequel BP et son image se rencontrent; soit P' l'image (directe ou inverse) de P qui appartient à BP. Un côté du *segment libre* PP', que nous appelons son *côté libre*, est extérieur aux domaines bornés déterminés dans la bande par BP et par ses images directe et inverse. Nous déterminons un *point fondamental* B_1 sur PP' tel que la perpendiculaire sur PP' menée de B_1 vers le côté libre rencontre son image avant de rencontrer l'image directe ou inverse de PP'.

Soit ε la distance minimum d'un point quelconque à son image; soit η $\left(0 < \eta < \frac{\varepsilon}{2}\right)$ un nombre tel que pour deux points quelconques dont la distance est inférieure à η, leurs images soient en distance $< \frac{\varepsilon}{2}$ l'une de l'autre. On peut déterminer le point fondamental B_1 de telle façon qu'il soit éloigné de P et de P' de plus de η.

Soit P_1 le premier point de la perpendiculaire sur PP' menée de B_1 pour lequel le segment B_1P_1 et son image se rencontrent. Soit P'_1 l'image (directe ou inverse) de P_1 appartenant à B_1P_1. Sur le segment libre $P_1P'_1$, nous déterminons un point fondamental B_2 en distance $> \eta$ de P_1 et de P'_1; menons la perpendiculaire sur $P_1P'_1$ à partir de B_2 vers le côté libre, etc.

Désignons par l l'un quelconque des trois segments l_0, $l_{2\pi}$, $l_{-2\pi}$, et par

l^1, l^{-1} l'image directe et inverse de l; nous pouvons supposer (en modifiant au besoin très peu l) que l et l^{-1} *n'ont qu'un nombre fini* (nécessairement impair) *de points d'intersection*. Désignons par H_1, H_2, ..., H_k ceux de ces points rangés par valeurs croissantes de y, pour lesquels aucun des segments $H_i H'_i$ ne contient deux points correspondants par la transformation et par H'_1, H'_2, ..., H'_k leurs images. (Les segments $H_i H'_i$ peuvent empiéter.) Pour fixer les idées, supposons que H_1 soit inférieur à H'_1; ces deux points sont les mêmes que ceux que nous avons désignés plus haut par P′ et P.

Sous ces conditions, une partie initiale de la ligne brisée $B_1 B_2 \ldots$ construite ci-dessus est contenue dans le rectangle entre l_0 et $l_{2\pi}$ et comme elle ne peut pas aboutir aux lignes $y = 1$ et $y = 2$, elle rencontrera l_0 ou $l_{2\pi}$. Du premier point de rencontre, nous montons ou nous descendons sur $l (= l_0$ ou $l_{2\pi})$ jusqu'au premier point pour lequel la ligne brisée et son image se rencontrent; l'une au moins des deux possibilités dont nous disposons conduira à l'un des cas suivants : 1° le segment libre obtenu sur la ligne brisée tourne son côté libre vers l'intérieur du rectangle entre l_0 et $l_{2\pi}$; 2° le segment libre obtenu est l'un des segments $H_i H'_i$, et tourne son côté libre vers l'extérieur du rectangle entre l_0 et $l_{2\pi}$.

Dans le cas 1°, nous continuons la construction de la ligne $B_1 B_2 \ldots$ de la façon décrite plus haut; comme celle-ci doit quitter une fois définitivement le rectangle entre l_0 et $l_{2\pi}$, nous arriverons après un nombre fini de pas au cas 2°. Dans ce cas, selon que le segment $H_i H'_i$ auquel aboutit la ligne $B_1 B_2 \ldots$ se trouve sur l_0 ou sur $l_{2\pi}$, nous prenons le segment congruent $H_i H'_i$ sur $l_{2\pi}$ ou sur l_0 et, en partant de ce segment libre, nous continuons la construction de la ligne $B_1 B_2 \ldots$ de la même façon.

Après un nombre fini de pas, on a l'un des deux cas suivants : 1° il y a entre l_0 et $l_{2\pi}$ une partie b_1 de la ligne construite $B_1 B_2 \ldots$ qui joint un segment $H_i H'_i$ de l_0 avec le segment congruent de $l_{2\pi}$; à la ligne b_1 à laquelle nous ajoutons une partie de $H_i H'_i$, correspond dans la couronne un contour simple c séparant les deux frontières, et sans point commun avec son image; 2° il y a entre l_0 et $l_{2\pi}$ une partie b_1 de la ligne construite, partant du segment $H_i H'_i$ de l_0, et une partie b_2 aboutissant au segment congruent $H_i H'_i$ de $l_{2\pi}$, qui se croisent; nous composons des parties de b_1 et de b_2 une ligne qui joint le segment $H_i H'_i$ de l_0 avec le segment congruent de $l_{2\pi}$, sans croiser b_1 et b_2; à la ligne composée de ces parties de b_1 et de b_2 et d'une partie de $H_i H'_i$, correspond dans la couronne un contour simple c séparant les deux frontières et ne rencontrant pas son image.

C. Q. F. D.

L'extension donnée par M. Birkhoff s'obtient par le même raisonnement. Notre méthode donne, en outre, un théorème général sur les domaines de la transformation d'une surface arbitraire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'unicité des solutions des équations aux dérivées partielles.* Note de M. **Alfred Haar**, présentée par M. Hadamard.

Considérons l'équation aux dérivées partielles $q = f(p, z, x, y)$ où, suivant l'habitude, p, q désignent les dérivées premières de la fonction $z(x, y)$. Si les dérivées premières du second membre $f(p, z, x, y)$ vérifient la condition de Lipschitz, la théorie classique des caractéristiques fournit une solution se réduisant pour $y = 0$, $x_1 \leqq x \leqq x_2$ à une fonction $\varphi(x)$ arbitrairement donnée

(1) $$z(x, 0) = \varphi(x)$$

à condition que la fonction $\varphi(x)$ admette dans l'intervalle (x_1, x_2) une dérivée seconde continue. Il résulte aussi de cette théorie que l'équation proposée ne possède aucune autre solution *dérivable deux fois* et satisfaisant à la condition (1). La condition soulignée joue un rôle essentiel dans la théorie des caractéristiques, car pour établir les équations différentielles des caractéristiques on fait appel à cette dérivabilité en cause de sorte que, *a priori*, il n'est pas impossible qu'il existe une seconde solution, dérivable celle-là une fois seulement, et vérifiant la condition (1).

Ces considérations m'ont conduit à examiner si l'unicité de la solution est assurée sous la seule hypothèse — inhérente à la nature du problème — que la solution admette des dérivées premières. Dans cet ordre d'idées, nous sommes arrivés à démontrer le théorème suivant :

Théorème. — *Supposons que la fonction $f(p, z, x, y)$ soit continue dans le domaine*

$$x_1 \leqq x \leqq x_2, \qquad 0 \leqq y \leqq y_0, \qquad z_1 \leqq z \leqq z_2, \qquad p_1 \leqq p \leqq p_2,$$

et que, par rapport aux dernières variables, on ait la condition de Lipschitz

$$|f(p, z, x, y) - f(\bar{p}, \bar{z}, x, y)| \leqq L|p - \bar{p}| + M|z - \bar{z}|.$$

Supposons, en outre, que $\varphi(x)$ et sa dérivée $\varphi'(x)$ vérifient au sens strict les inégalités

$$z_1 < \varphi(x) < z_2, \qquad p_1 < \varphi'(x) < p_2,$$

pour $x_1 \leqq x \leqq x_2$. Dans ces conditions, $|\delta|$ étant un nombre suffisamment petit,

deux solutions de l'équation donnée, qui satisfont à la condition (1) *et qui ont des dérivées premières continues par rapport à x et y, sont identiques dans le quadrilatère Σ limité par les droites*

$$y=0, \qquad y=\frac{1}{L}(x-x_1), \qquad y=-\frac{1}{L}(x-x_2), \qquad y=\delta.$$

En effet, la différence $Z(x, y)$ des deux solutions supposées vérifierait, pour $|y|$ assez petit, l'inégalité

$$|Q| \leqq L|P| + M|Z|$$

$\left(\text{où } \frac{\partial Z}{\partial x}=P, \frac{\partial Z}{\partial y}=Q\right)$ et l'on aurait

$$Z(x, 0)=0 \qquad \text{pour} \qquad x_1 \leqq x \leqq x_2.$$

Pour conclure de là le théorème énoncé, il faut faire usage du lemme suivant :

Lemme. — *Si, dans le triangle*

$$\xi_1 \leqq x \leqq \xi_2, \qquad y \leqq \frac{1}{L}(x-\xi_1), \qquad y \geqq -\frac{1}{L}(x-\xi_2),$$

la fonction $Z(x, y)$ est telle que :

1° *ses dérivées premières sont continues :*

2° $|Q| \leqq L|P| + M|Z|$;

3° $Z(x, 0)=0$ *pour* $\xi_1 \leqq x \leqq \xi_2$;

alors elle est identiquement nulle dans ce triangle.

Il suffit de démontrer ce lemme pour le cas $L=M=1$ auquel le cas général se réduit immédiatement. Considérons (dans l'hypothèse $L=M=1$) la fonction $e^{-2y}Z(x, y)$; nous allons montrer qu'elle ne saurait avoir de maximum positif (ni de minimum négatif) dans le triangle en question. Supposons, en effet, que la fonction admette un maximum positif au point (x_0, y_0). Comme elle s'annule sur la droite $y=0$, ce point est situé ailleurs. La différentiation suivant deux directions parallèles aux côtés du triangle conduit à la double inégalité

$$e^{-2y_0}(Q_0 \pm P_0 - 2Z_0) \geqq 0,$$

d'où, en choisissant convenablement le signe,

$$2Z_0 \leqq Q_0 - |P_0|.$$

Cette inégalité, combinée avec $Q_0 \leqq |P_0| + |Z_0|$, donne $2Z_0 \leqq |Z_0|$, ce qui contredit l'hypothèse $Z_0 > 0$.

Par un procédé classique, le théorème d'unicité ainsi obtenu peut immédiatement être généralisé au cas où l'équation proposée a la forme

$$F(p, q, z, x, y) = 0,$$

et où la condition (1) est remplacée par celle-ci : la solution doit passer par une courbe donnée qui n'est pas une caractéristique de l'équation, à supposer que la fonction F et la courbe donnée jouissent de certaines propriétés de dérivabilité.

Considérons, en particulier, le cas où la fonction est analytique par rapport à toutes les variables et la courbe donnée également analytique. La méthode de Cauchy fournit alors une solution sous forme de série entière et notre théorème permet d'énoncer le corollaire suivant :

Si une fonction à dérivées premières continues vérifie une équation analytique aux dérivées partielles du premier ordre et passe par une courbe analytique qui n'appartient pas aux caractéristiques de l'équation, elle est elle-même analytique dans le voisinage de cette courbe.

Nos résultats sont susceptibles de généralisation pour un nombre quelconque de variables indépendantes ainsi que pour les systèmes d'équations aux dérivées partielles. Nous y reviendrons dans un travail plus développé.

Observations sur la Note précédente, par M. **Hadamard.**

Il y a lieu de noter que le raisonnement qui précède permet de limiter en valeur absolue la différence Z de deux solutions de l'équation, dans le quadrilatère Σ, du moment qu'on a un maximum m de $|Z|$ sur le segment (x_1, x_2) de l'axe des x (et cela toujours moyennant les mêmes hypothèses simples relatives à f). Il montre, en effet, que le maximum de $|Z|e^{-2y}$ — ou, plus généralement, celui de $|Z|e^{-\alpha y}$, en désignant par α un nombre quelconque plus grand que 1, — ne peut avoir lieu que sur l'axe des x, de sorte que $|Z| \leqq me^{\alpha y}$.

On sait que la question de l'unicité des solutions des équations aux dérivées partielles a été résolue, dans un cas assez général et particulièrement important — celui des équations linéaires à coefficients analytiques — par un théorème connu de M. Holmgren. Les développements annoncés par M. Haar feront certainement faire un pas nouveau à cette question.

Il est à craindre, toutefois, que leur portée dans ce sens ne soit limitée

par la remarque précédente : complétant le résultat de M. Haar sous le point de vue de la « compréhension » (au sens des logiciens), elle tend à en restreindre l' « extension ». On voit, en effet, que, si une méthode analogue à celle de l'auteur s'applique à des cas plus généraux, elle conduira, elle aussi, à une limitation de la solution en fonction des données. Or nous savons (voir nos *Yale Lectures*, I, n° 18, p. 33-34) qu'une telle limitation est impossible pour l'équation de Laplace $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = 0$ (laquelle relève, par contre, de l'analyse de M. Holmgren).

MÉCANIQUE. — *Manomètre enregistreur avec contrôle permanent de ses indications.* Note (¹) de M. **R. Guillery**, présentée par M. L. Guillet.

Les manomètres ordinaires, à tubes creux cintrés à section aplatie, ne mettent pas en jeu des efforts suffisants pour permettre facilement un enregistrement des pressions par rapport à une autre variable.

Les manomètres à piston agissant sur un pendule permettent l'enregistrement, mais sont des instruments d'importance souvent disproportionnée par rapport aux machines qui les portent; pour que les frottements n'aient pas d'action sur les indications données, le piston ou le cylindre doit être animé d'un mouvement circulaire continu ou alternatif.

Les uns et les autres sont d'un contrôle délicat.

Un nouveau dispositif manométrique permet, en mettant en jeu des efforts suffisants, d'obtenir un enregistrement facile en donnant toute la sensibilité voulue par élimination des frottements et permettant, en outre, un contrôle permanent de son exactitude.

Description. — Sur une ligne verticale AB se trouvent alignés un tube creux *a* parfaitement rectifié, une crémaillère *b* et un ressort *d* monté sur encastrement à chacune de ses extrémités.

Une bille *e* coulisse sans jeu appréciable et sans frottement dans le tube, puis, un fil *f* partant de son centre C la relie à la crémaillère dont le plan primitif contient la droite AB.

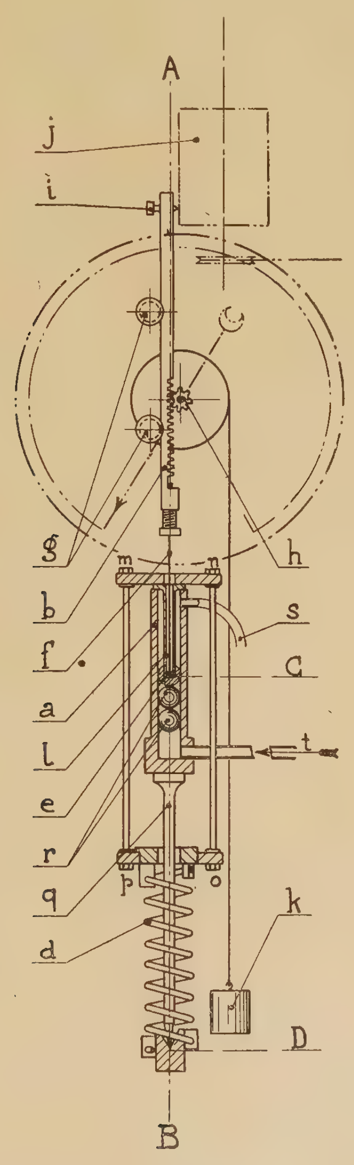
La crémaillère est guidée sans jeu et sans frottement par des galets *g* et le pignon *h* de commande de l'aiguille du manomètre.

Cette crémaillère porte en outre à son extrémité un style *i* qui trace, en ordonnées, les charges sur un tambour *j* dont la rotation est fonction du temps ou d'un mouvement quelconque.

(¹) Séance du 25 juin 1928.

Un couple produit par le contrepoids k maintient une tension constante sur le fil f.

La bille e est solidaire par le tube l, d'un cadre $m\ n\ o\ p$ dont la traverse inférieure reçoit, par une baïonnette démontable, l'encastrement supérieur du ressort dont l'encastrement inférieur appuie sur la pointe D d'une tige q solidaire du tube.



Deux ou trois billes r, de même diamètre que e, augmentent l'étanchéité du joint mobile que toutes les billes constituent.

La pression vient en t et les fuites retournent au réservoir par le tube s.

On conçoit que la pression agissant sur les billes va tendre le ressort dont les flèches sont proportionnelles aux charges et, sous l'action du contrepoids, l'aiguille du manomètre tourne d'angles proportionnels aux pressions que le style de la crémaillère inscrit en ordonnées sur le tambour.

Du fait que la ligne CD est rigoureusement dans l'axe du tube, il n'y a aucune réaction latérale, donc aucun frottement. Même si le cadre oscille légèrement les billes roulent les unes sur les autres sans frottement latéral.

Le ressort démontable est remplacé, pour changer la sensibilité, par un autre ressort. Celui-ci est choisi parmi plusieurs autres de façon que pour une même charge, ses flèches soient dans un rapport simple (2, 4, 5 par exemple) avec celles du premier.

Si enfin la machine qui comporte ce manomètre possède un deuxième tube semblable, raccordé par un robinet au premier, et si dans ce tube sont les billes agissant sur un cadre spécial dont la traverse inférieure est un plateau de balance, on possédera ainsi un contrôle permanent.

En effet, il suffit de mettre sur le plateau les poids calculés qui correspondent aux pressions par unité de surface de la section du tube, pressions qu'indiquent d'autre part les graduations du manomètre, et il doit y avoir correspondance absolue avec les indications de l'aiguille sur le cadran.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *La Thermodynamique relativiste des systèmes électromagnétiques en mouvement.* Note de M. **Th. De Donder**, présentée par M. M. Brillouin.

Dans une Note récente [1], nous avons écrit les deux principes fondamentaux de la thermodynamique sous forme invariante ou relativiste. Nous appliquerons ici ce résultat aux systèmes massiques électromagnétiques, en mouvement.

1. Décomposons la fonction caractéristique partielle $\mathfrak{M}^\star$ comme suit :

$$\mathfrak{M}^\star \equiv \mathfrak{M}^\star_{(m)} + \mathfrak{M}^\star_{(e)} + \mathfrak{M}^\star_{(m,e)}. \tag{1}$$

Les indices inférieurs (m), (e) et (m, e) servent à indiquer que ces fonc-

---

[1] Th. De Donder, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1599. Dans cette Note, se sont glissés quelques errata; il faudra changer le signe du terme $(\mathfrak{L}^\beta_\alpha u^\alpha)_{.\beta}$ qui figure dans (6) et (7), ainsi que celui de $\mathcal{K}$ qui figure au premier membre de (6′).

tions se rapportent respectivement aux masses, au champ électromagnétique et à un champ mixte, à la fois massique et électromagnétique, qui sera dit : de striction.

En prenant les dérivées variationnelles de ces fonctions changées de signe, comme il a été appliqué dans l'équation (3) de notre première Note, on obtiendra respectivement les tenseurs $\mathfrak{T}^{(m)}_{\alpha\beta}$, $\mathfrak{T}^{(e)}_{\alpha\beta}$ et $\mathfrak{T}^{(m,e)}_{\alpha\beta}$; on aura

$$(2)\qquad \mathfrak{T}_{\alpha\beta} = \mathfrak{T}^{(m)}_{\alpha\beta} + \mathfrak{T}^{(e)}_{\alpha\beta} + \mathfrak{T}^{(m,e)}_{\alpha\beta}.$$

Connaissant

$$(3)\qquad \mathfrak{M}^{\star}_{(e)} = \frac{1}{2}\sqrt{-g}\,g^{\alpha\beta}g^{ij}\mathrm{K}_{\alpha i}\mathcal{K}^{\star\beta j},$$

on calculera $\mathfrak{T}^{(e)}_{\alpha\beta}$ ainsi que (1)

$$(4)\qquad \mathcal{F}^{(e)}_{\alpha} = \mathfrak{T}^{(e)\beta}_{\alpha.\beta}.$$

Les divergences covariantes de $\mathfrak{T}^{\beta}_{\alpha}$, $\mathfrak{T}^{(m)\beta}_{\alpha}$, $\mathcal{F}^{(m,e)\beta}_{\alpha}$ seront désignées, de même, pour $\mathcal{F}_{\alpha}$, $\mathcal{F}^{(m)}_{\alpha}$, $\mathcal{F}^{(m,e)}_{\alpha}$. Rappelons le théorème de l'impulsion et de l'énergie des systèmes considérés :

$$(5)\qquad \mathcal{F}_{\alpha} = \mathfrak{N}_{\alpha} + \mathcal{F}^{(m)}_{\alpha} + \mathcal{F}^{(e)}_{\alpha} + \mathcal{F}^{(m,e)}_{\alpha} = 0,$$

ou

$$(6)\qquad \mathfrak{N}_{\alpha} = \mathfrak{N}^{\beta}_{\alpha.\beta} = \mathfrak{N}\mathrm{A}_{\alpha} + u_{\alpha}(\mathfrak{N}u^{\beta})_{.\beta}.$$

Le symbole A_{α} représente l'accélération covariante des masses.

2. Posons, dans (4),

$$(7)\qquad \mathcal{F}^{(e)}_{\alpha} = \left[\mathcal{K}^{\overline{\alpha\beta}}_{\star}\frac{d\mathcal{K}^{\beta\gamma}}{dx_{\gamma}} - \mathcal{K}^{\overline{\alpha\beta}}\frac{d\mathcal{K}^{\beta\gamma}_{\star}}{dx_{\gamma}}\right] + \mathcal{H}^{(e)}_{\alpha}.$$

Remarquons que $\mathcal{F}^{(e)}_{\alpha}$ se réduit à l'expression qui figure entre crochets au second membre de (7), quand le système est dépourvu de polarisation électrique et magnétique (2). Nous dirons donc que $\mathcal{H}^{(e)}_{\alpha}$ sont les quatre composantes covariantes de l'*hystérèse électromagnétique*. En vertu des équations du champ électromagnétique,

$$(8)\qquad \frac{d\mathcal{K}^{\alpha\gamma}}{dx_{\gamma}} = \mathcal{C}^{\alpha}, \qquad \frac{d\mathcal{K}^{\alpha\gamma}_{\star}}{dx_{\gamma}} = \mathcal{C}^{\alpha}_{\star},$$

---

(1) Voir l'équation (13), p. 78, de notre exposé *The mathematical Theory of Relativity* (*Massachusetts Institute of Technology*, Cambridge, A. Mass, 1927).

(2) Voir l'équation (12), page 65, de notre *Mathematical theory of Relativity* citée ci-dessus.

les identités (7) nous fournissent le théorème de l'impulsion et de l'énergie électromagnétique :

$$(9) \qquad \mathcal{F}_{\alpha}^{(e)} \equiv \mathcal{L}_{\alpha.\beta}^{(e)\beta} = \left[\mathcal{K}_{\star}^{\overline{\alpha\beta}} \mathcal{C}^{\beta} - \mathcal{K}^{\overline{\alpha\beta}} \mathcal{C}_{\star}^{\beta} \right] + \mathcal{H}_{\alpha}^{e}.$$

Dans (9), l'expression entre crochets représente la généralisation de la force de H. A. Lorentz et de l'effet de Joule; les divergences $\mathcal{L}_{\alpha.\beta}^{(e)\beta}$ fournissent la généralisation de la force de Maxwell et de l'effet radiant de Poynting.

3. Appliquons maintenant la relation thermodynamique (8) de notre première Note. Nous aurons :

$$(10) \qquad \frac{d}{ds}[\mathcal{U}\,\delta(x^1\ldots x^4)] = \mathcal{Q}\,\delta(x^1\ldots x^4) + [\mathcal{K}_{(m)} + \mathcal{K}_{(e)} + \mathcal{K}_{(m,e)}]\,\delta(x^1\ldots x^4).$$

Les symboles $\mathcal{K}_{(m)}$, $\mathcal{K}_{(e)}$, $\mathcal{K}_{(m,e)}$ qui figurent dans (10) se déduisent de $\mathcal{K}$ défini par (6) de notre première Note, en y remplaçant le tenseur total $\mathcal{T}_{\alpha\beta}$ respectivement par les tenseurs partiels $\mathcal{T}_{\alpha\beta}^{(m)}$, $\mathcal{T}_{\alpha\beta}^{(e)}$, $\mathcal{T}_{\alpha\beta}^{(m,e)}$.

Nous dirons que $\mathcal{K}_{(m,e)}$ est la *puissance de striction*. En généralisant une hypothèse classique, nous admettrons que

$$(11) \qquad \mathcal{K}_{(m,e)} = \mathcal{H}_{\alpha}^{(e)} u^{\alpha}.$$

Autrement dit : la puissance de striction est égale à la puissance d'hystérèse.

Il ne restera plus qu'à substituer (11) dans (10), et à utiliser la relation (11) de notre première Note, pour obtenir la Thermodynamique relativiste de systèmes électromagnétiques doués d'hystérèse et animés d'un mouvement quelconque.

PHYSIQUE. — *Utilisation thermique de la radiation solaire.* Note [1] de M. F. **Pasteur**, présentée par M. Desgrez.

L'appareil thermique d'utilisation de la radiation solaire que nous avons construit présente la forme d'un phare parabolique hermétiquement clos par une vitre spéciale protégée.

Un cylindre en verre le traverse de part en part suivant son axe et constitue une deuxième chambre athermane assez étanche pour y faire le vide.

[1] Séance du 18 juin 1928.

Il est de préférence sphéroïdal autour du foyer afin de présenter aux rayons solaires réfléchis une surface normale à leur incidence. Le réflecteur est actuellement en aluminium, facile à travailler et à peu près inaltérable à cause de sa protection. Il est contenu dans une seconde enveloppe, caisse calorifugée, ce qui diminue ainsi l'émissivité des parties chauffées et la chaleur peut être récupérée. Cette caisse, grâce à des supports latéraux fixés à leur base sur le couvercle mobile autour de son axe, s'oriente soit à la main toutes les demi-heures environ ou par un système équatorial entraîné par un contrepoids.

Notre appareil d'expérience, monté par nos propres moyens, n'a que $0^{cm},53$ de diamètre représentant, espaces perdus déduits, une surface réceptrice d'environ $0^{cm^2},1500$, $0^{cm},25$ de profondeur et 15^{kg} de poids, variable toutefois, notamment avec le nombre des accessoires qui sont enfermés dans les parties libres de la caisse. Il s'adapte sans mécanisme spécial, ni modification à tous les usages de la chaleur.

Sous le ciel de Paris, peu favorable, avec un soleil toujours voilé, il m'a donné néanmoins des résultats importants de calorification, combustion, fusion, vaporisation.

Un journal placé à l'intérieur du cylindre se carbonise et brûle.

L'étain de soudure d'une chaudière a fondu et le cuivre rosit et se détrempe.

Dans un tube de verre entouré d'une toile métallique on voit l'ébullition commencer après une minute, et les premières gouttes d'eau distillée apparaissent à l'extrémité du tube de dégagement de vapeur après quatre minutes d'exposition donnant 60^{g} d'eau distillée en une heure, résultats quatre à cinq fois supérieurs à ceux obtenus en Afrique avec d'autres appareils.

Une petite chaudière atteint en une demi-heure à trois quarts d'heure 2^{kg} de pression et le jet de vapeur qui s'en échappe est continu pendant toute la durée de l'échauffement solaire.

Par l'intermédiaire d'une barre de cuivre rouge chauffée, 35 couples thermo-électriques, donnent 1 volt, 0,2 et 0,062 milliampère (milliampèremètre de 15 ohms 865 R). Ces couples ont $0^{m},006$ de diamètre et 0,007 de longueur, $0^{\omega},03$ de résistance et les fils conducteurs $0^{\omega},3$. Ils ont un débit constant et ont tenu sans défaillance plus de 6000 heures.

Avec 140 éléments, faciles à disposer, on dépasse 4,25 volts et 0,500 milliampères, intensité suffisante pour alimenter 8 lampes triodes de réception de T. S. F. dont la consommation est de $\frac{6}{100}$ d'ampère chacune. Quant à la

tension plaque, mis en parallèle, les petits accumulateurs se rechargent aisément, à défaut de piles sèches. La cuisine se fait directement par marmite ordinaire ou à pression; par chauffage de la paroi d'un four ou indirectement par circulation d'un liquide chauffant (par exemple d'huile jusqu'à 300°.

De nuit on aurait recours à l'accumulation des calories. Enfin, grâce à la grande différence entre la grandeur de la surface réceptrice des rayons et leur concentration sur un petit foyer, on peut obtenir des températures très élevées d'une progression théoriquement indéfinie.

Les dimensions pourraient, sans aucune difficulté de construction en série, s'étendre jusqu'à 3^m de diamètre, représentant une surface de près de 7^{m^2} d'insolation, c'est-à-dire 45 fois supérieure à notre récepteur. Monté avec des moyens industriels, le rendement des grands appareils serait encore proportionnellement accru.

Enfin, la courbure du miroir permet d'obtenir à volonté, suivant son tracé géométrique, toutes les formes de foyer : plan, linéaire ou punctiforme, ce que l'on ne peut réaliser avec la forme cylindrique.

Donc : simplicité, haut rendement, robustesse, encombrement réduit, transport aisé, facilité d'adaptation à tous les usages de la chaleur dans des contrées constamment ensoleillées, dépourvues de tout combustible et de sources d'énergie, sont les caractéristiques de cet appareil de réception et d'utilisation thermique de la radiation solaire.

Cette question paraît bien digne d'intérêt au moment où une commission étudie le projet du Transsaharien.

ÉLECTRONIQUE. — *Électrons et ions positifs dans l'argon pur.* Note (1) de M. **Mario A. da Silva**, présentée par M. Jean Perrin.

On a indiqué, dans une Note antérieure (2), la forme des courants d'ionisation obtenus, sous tension continue, dans l'argon pur, lorsque les ions sont produits dans une couche mince de gaz à la surface de l'un des plateaux du condensateur de mesure.

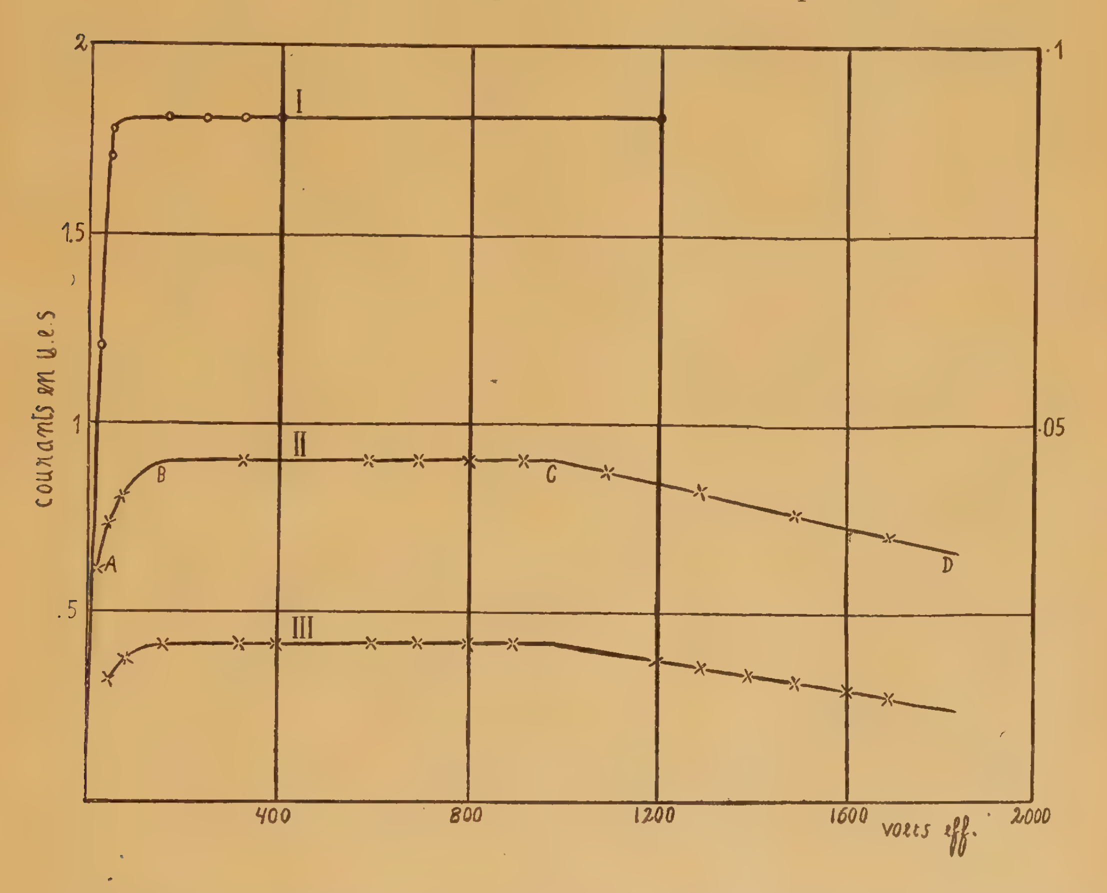
Ces résultats avaient conduit à penser que les ions négatifs, dans l'argon

(1) Séance du 25 juin 1928.
(2) Mario A. da Silva, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 583.

suffisamment purifié, et même à la pression atmosphérique, sont *tous* des électrons libres.

Afin de confirmer ce résultat, on a remplacé la tension continue par une tension alternative sinusoïdale de 42 périodes, et mesuré, pour chaque valeur de cette tension, la charge moyenne apportée par seconde à l'électromètre.

Sur la figure, la courbe I représente les courants qu'on obtient à la



pression de 758^{mm} de mercure, sous tension continue. La courbe II représente la charge moyenne apportée à l'électromètre sous tension alternative, à la même pression et avec la même source d'ionisation. En abscisses sont portées les tensions efficaces.

On peut faire sur ces résultats les remarques suivantes : 1° cette charge moyenne est négative et la courbe II, que l'on n'a pu tracer avec précision qu'à partir d'une tension efficace de 5 volts, doit couper l'axe des abscisses

en un point très voisin de l'origine. Ce point aurait donné une tension critique V_0 qui aurait permis de déterminer la mobilité des ions négatifs par la formule

$$(1) \qquad K = \frac{\pi n d^2}{V_0 \sqrt{2}},$$

où n est la fréquence du champ alternatif et d la distance des plateaux $= 5^{cm}$.

Il est possible cependant de se rendre compte de l'ordre de grandeur de cette mobilité. Déjà pour $V_0 = 5$, on aurait $K = 470$ cm/sec-volt/cm. Cette valeur est de l'ordre de grandeur des mobilités électroniques, ce qui confirme l'existence d'électrons libres dans l'argon, même à la pression atmosphérique; 2° ces électrons doivent en outre constituer tous les ions négatifs formés dans le gaz. On voit, en effet, sur la courbe que pour des champs encore faibles, pour lesquels des ions normaux effectueraient des oscillations dont l'amplitude serait beaucoup plus petite que la distance des plateaux, on reçoit un courant égal à la moitié du courant de saturation sous tension continue, c'est-à-dire que pendant l'alternance favorable aux ions positifs, il n'y a pas de charge apportée à l'électromètre et que pendant l'autre alternance, on reçoit tous les ions négatifs qui ont été produits, à l'exception d'une fraction négligeable (1 pour 100 environ) et qui n'est pas décelable à l'électromètre.

On peut donc conclure que, dans les limites de la sensibilité de l'appareil de mesure, tous les ions négatifs sont des électrons, tout au moins à partir d'un champ efficace moyen de 40 volts/cm.

En ce qui concerne les ions positifs qui sont produits dans le gaz en même temps que les électrons par la source ionisante, on conçoit qu'on pourra les faire arriver au plateau relié à l'électromètre, si l'on augmente suffisamment la tension. L'arrivée de ces ions se traduira par une diminution du courant transporté par les ions négatifs. C'est ce que montre, en effet, la partie CD de la courbe II. On réalise ainsi une application nouvelle de la méthode de Rutherford qui permet d'obtenir une détermination de la mobilité des ions positifs par la formule (1), la tension efficace V_0 étant donnée par le point C de la courbe.

Afin de se rendre compte de l'effet de l'intensité de l'ionisation (déformation possible du champ) sur la position du point C, on a repris les mesures avec des sources plus faibles. La courbe III indique une des courbes obtenues. Dans tous les cas, on a vérifié que le point V_0 reste le même, aux erreurs d'expérience près.

La valeur de la mobilité trouvée est de 2,2 cm/sec-volt/cm, à 760^{mm} de pression et 15° de température, plus grande que celle indiquée par Franck (1,36) mais comprise néanmoins entre les limites des courbes de répartition indiquées par M. Laporte [1] (0,9 et 3), relatives, il est vrai, à l'argon impur.

MAGNÉTISME. — *Le paramagnétisme du fer dans le ferricyanure de potassium.* Note [2] de Mlle **Paule Collet** et M. **Francis Birch**, transmise par M. Pierre Weiss.

Les moments atomiques dans les complexes de la famille du fer sont actuellement très discutés. Il importe donc de se procurer des données numériques précises sur ces substances.

Jusqu'à ces dernières années, pour ces corps comme pour beaucoup d'autres, la validité de la loi de Curie était implicitement admise. C'est ainsi que l'étude des solutions aqueuses de ferricyanure de potassium, faite il y a 4 ans par la méthode de dénivellation, avait donné pour l'atome de fer un moment de 11 magnétons [3].

Mais puisque même dans les solutions étendues le Point de Curie est souvent différent du zéro absolu, la détermination du moment atomique ne peut se faire qu'en mesurant le coefficient d'aimantation et sa variation thermique.

Honda et Ishiwara [4] avaient déjà mesuré la susceptibilité moléculaire χ_m du ferricyanure solide, de 25° à — 180°. Après correction du diamagnétisme du reste de la molécule, la courbe de $\frac{1}{\chi}$ en fonction de T, pour l'atome de fer, est une droite, satisfaisante surtout aux températures inférieures au zéro centigrade. On obtient pour le point de Curie $\theta = -49°$ abs. et pour le moment de l'atome de fer $n = 13$ magnétons. Bien que les observations ne soient pas très précises, il est certain que les valeurs $n = 12$ et $n = 14$ sont à écarter.

Nous avons repris l'étude thermique du ferricyanure par la méthode d'attraction dans un champ non uniforme, en chauffant aussi loin que le

(1) *Thèses présentées à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris* (1927).

(2) Séance du 25 juin 1928.

(3) P. Collet, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 937.

(4) *Science Reports*, *Tokio*, 3, 1914, p. 303.

permet la stabilité du sel. Le sel a été fourni par la maison Kahlbaum (reinst. zur Analyse mit Garantieschein) et la pureté en a été contrôlée. Les mesures ont été faites avec toute la rigueur possible tant au point de vue magnétique qu'au point de vue thermique : mesures de susceptibilité répétées et alternant avec les déterminations de température; double étalonnage magnétique, réitéré au cours des expériences; étalonnage du couple soudé au four par un second couple remplaçant la substance qui permet en outre de contrôler la constance de la température, corrections relatives à l'air et au magnétisme du support.

Deux séries de mesures ont été faites de 0° à 250°; elles concordent d'ailleurs avec une bonne approximation. Voici les résultats de la seconde de ces séries, qui offre le maximum de sécurité :

T = températures absolues des expériences.
χ_m = susceptibilité moléculaire du ferricyanure de potassium.
χ = susceptibilité atomique du fer après correction du diamagnétisme de Cy^6K^3 et du diamagnétisme sous-jacent du fer.

T............	284	297	337	400	438	481
$\chi_m.10^6$........	2331	2192	1929	1639	1478	1334
$\chi.10^6$.........	2469	2330	2067	1777	1616	1472
$\frac{1}{\chi}$.............	405	429	484	563	620	680

Les résultats en $\frac{1}{\chi}$ et T, pour l'atome de fer, se placent sur une droite avec une approximation très satisfaisante. On obtient

$$n = 11{,}95 \text{ magnétons}, \qquad \Theta = -13^\circ \text{ abs.} \qquad (1 \text{ magnéton} = 1126{,}5).$$

D'autre part une troisième série de mesures, faite de 0 à — 80° et moins rigoureuse que les précédentes, semble confirmer la valeur $n = 13$ magnétons obtenue par Honda et Ishiwara aux mêmes températures.

Nous pouvons donc conclure avec certitude à l'existence d'*un porteur de 12 magnétons dans le ferricyanure de potassium*, aux températures comprises entre 0 et 200°. L'existence du moment de 13 magnétons au-dessous de 0° est très probable. L'atome de fer dans le ferricyanure comme dans les sels ferriques normaux est donc susceptible de prendre plusieurs moments. Mais leurs valeurs sont nettement inférieures aux moments des sels ferriques normaux.

SPECTROSCOPIE. — *Sur l'absorption par la vapeur de mercure excitée et le renversement de la raie verte et de ses satellites.* Note (1) de M. **M. Ponte**, présentée par M. A. Cotton.

Nous avons fait par photométrie photographique quelques mesures d'absorption des raies d'arc du mercure, produites par une lampe Cooper-Hewitt peu poussée, par de la vapeur de mercure qui émettait son spectre d'arc sous l'action d'ondes entretenues de 5^m. La vapeur était portée à une centaine de degrés dans un récipient vidé en permanence. Metcalfe et Venkatesachar (2) avaient déjà fait des mesures quantitatives sur la raie verte, mais c'est seulement de la comparaison entre les absorptions des diverses raies qu'on peut tirer quelque enseignement.

1. Pour des raies de séries différentes, il n'y a pas de relation entre l'intensité des raies émises par la vapeur et celle de l'absorption des raies correspondantes de l'arc.

2. Les raies $2^1P_1 - m^1D_2$ et $2^1P_1 - m^3D_2$ sont très peu absorbées. Le fait est particulièrement frappant pour les raies jaunes dont l'absorption n'a pas dépassé 10 pour 100. Cette observation est en accord avec celles des auteurs cités (2) et, suivant leur remarque, en contradiction avec celles de Pflüger (3). Mais celui-ci a utilisé des arcs absorbants de forte densité de courant, ce qui n'est pas le cas ici : il est donc logique de supposer que les états 2^1P_1 ne vivent que très peu; ce n'est que pour de grosses densités de courant qu'ils peuvent devenir assez nombreux pour produire l'absorption des raies dont ils forment le niveau de départ.

3. Les raies $^3P_{012}\,^3S$ et $^3P_{012}\,^3D_{123}$ sont absorbées. Les nombres suivants donnent, à 5 pour 100 environ, le rapport de l'intensité de la raie de l'arc lorsque la vapeur absorbante n'est pas excitée à celle de cette raie lorsque la vapeur l'est :

5460,74	$(2^3P_2 - 1^3S_1)$......	4,1	3125,66	$(2^3P_1 - 3^3D_2)$......	2,5
4358,34	$(2^3P_1 - 1^3S_1)$......	3	3023,47	$(2^3P_2 - 4^3D^2)$......	1,5
4046,56	$(2^3P_0 - 1^3S_1)$......	4,4	3021,50	$(2^3P_2 - 4^3D_3)$......	1,7
3663	$\left(2^3P_2 \begin{matrix} -3^1D_2 \\ -3^3D_1 \end{matrix}\right)$......	2,2	2967,28	$(2^3P_0 - 3\ D_1)$......	3,2
			2893,6	$(2^3P_1 - 2^3S_1)$......	1,5

(1) Séance du 25 juin 1928.

(2) *Proceedings of the Royal Society of London*, A, 100, 1922, p. 149.

(3) *Annalen der Physik*, 26, 1908, p. 789.

3654,83 $(2^3P_2-3^3D_2)$	2,3	2803,48 $(2^3P_2-5^3D_3)$	1
3650,15 $(2^3P_2-3^3D_3)$	2,3	2752,78 $(2^3P_0-2^3S_1)$	1,9
3341,48 $(2^3P_2-2^3S_1)$	2,1	2653,68 $(2^3P_1-4^3D_1)$	1,8
3131,6 $\left(2^3P_1\begin{matrix}-3^1D_2\\-3^3D_1\end{matrix}\right)$	2,8	2652,04 $(2^3P_1-4^3D_2)$	1,6

Pour les raies étudiées, les termes d'une même série sont de moins en moins absorbés à mesure qu'on remonte dans la série et, pour des termes correspondants, la série PS est plus absorbée que la série PD. La probabilité de l'absorption à partir d'un état déterminé, fonction de la vie de cet état, dépend également de la grandeur du saut énergétique qui constitue l'absorption et décroît lorsque celui-ci croît.

4. Dans l'absorption de PS, 2^3P_0 et 2^3P_2 sont équivalents; dans celle de PD, 2^3P_0 donne lieu à une forte absorption, celle de 2967,28 : la vie de cet état est en effet particulièrement longue [1].

L'absorption de la raie verte a été étudiée de nouveau en détail avec une lame de Lummer d'ordre voisin de 21000. L'arc peu poussé donne sur les photographies six satellites en bon accord avec les observations de Nagaoka et une raie centrale large de 0,055 A où sont confondus quatre satellites. Lors de l'absorption, les satellites intenses sont absorbés de sorte que tous les satellites prennent des intensités comparables. La raie centrale est remplacée par une bande noire, bordée de deux raies relativement intenses et la largeur de l'ensemble de ces raies et de la bande noire est supérieure (de $\frac{2}{10}$ à $\frac{3}{10}$) à celle qu'a la raie centrale non absorbée. Ce fait, joint à un élargissement des satellites, rend la structure de toute la raie très floue; sur certaines photographies, il n'y a même plus de structure visible.

Les résultats précédents laissent prévoir le renversement aisé de certaines raies du mercure. M. Perot [2] a observé le renversement de la raie verte; le phénomène est très net avec l'arc à grand éclat de M. Cotton [3]. Avec l'arc très refroidi (16 volts, 3 ampères), on a photographié six satellites et une raie centrale qui subit déjà un renversement dissymétrique, laissant plus de lumière du côté des grandes longueurs d'onde. Lorsqu'on pousse l'arc, les satellites s'élargissent et le renversement du centre s'accentue, de sorte que, au régime normal (30 volts 2,5 ampères), la figure d'interférence n'est plus formée que d'une bande continue verte sillonnée par des

---

(1) Pringsheim, *Handbuch der Physik. Quanten*, p. 511.

(2) *Comptes rendus*, 148, 1909, p. 404.

(3) *Journal de Physique*, 8, 1927, p. 14S.

bandes noires d'une largeur de 0,05 Å environ, bordées du côté des grandes longueurs d'onde par une région de plus forte intensité. Si l'on interpose entre la lame et l'arc Cotton dans cet état la vapeur de mercure excitée, le renversement s'accentue et, en plus, des raies noires apparaissent, marquant la place qui était occupée par les satellites à l'émission: on assiste donc au renversement de ces satellites. Lorsqu'elle est applicable, cette méthode d'étude des satellites par absorption d'une raie large, issue d'un élément à forte pression, par la vapeur de l'élément excitée à faible pression, nous paraît devoir être féconde : elle donne des résultats beaucoup plus rapides que la méthode d'étude par émission et ne doit pas comporter les causes d'erreur dues à un renversement partiel possible des raies.

La raie 4358 se renverse également, mais les raies jaunes ne donnent lieu à aucun phénomène de renversement, ce qui confirme les mesures d'absorption.

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *Sur une nouvelle catégorie de multiplicateurs de fréquence ferro-magnétiques.* Note de M. **Edmond Rouelle**, présentée par M. Paul Janet.

Les multiplicateurs de fréquence actuellement en usage n'utilisent que les propriétés de la saturation et de l'hystérésis et fournissent *un harmonique impair de la tension d'alimentation* (du moins lorsque le courant magnétisant ne comporte aucun terme constant). Le démultiplicateur découvert par MM. Mauduit et Fallou, basé sur l'entretien d'une oscillation libre, qu'il est nécessaire de déclencher, permet au contraire d'obtenir *un sous-harmonique de parité quelconque* (1).

1. Des recherches, entreprises dans le but de concilier plus parfaitement l'expérience avec la théorie de M. Blondel sur la réversibilité (2) de ces appareils, m'ont amené à constater que le *phénomène observé dans le démultiplicateur est tout à fait général*, et *j'ai réalisé un multiplicateur basé sur le même principe* que l'on peut résumer comme suit :

La période propre du circuit constitué par une bobine à noyau de fer en série avec un condensateur varie avec l'induction imposée à la bobine. J'ai pu relever sur un tel circuit des oscillogrammes de décharges amorties montrant que si l'induction initiale est suffisamment élevée, *la pseudo-*

(1) J. Fallou, *R. G. E.*, 19, 1926, p. 990.
(2) A. Blondel, *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 297.

période passe par un maximum T_m correspondant au maximum L_m de la self-induction; sa valeur initiale tendrait vers une limite T_1 si l'induction augmentait indéfiniment. Si la résistance du circuit est suffisamment faible, on peut y entretenir en l'alimentant sous des tensions sinusoïdales de valeurs efficaces convenables *diverses oscillations dont les périodes, astreintes seulement à rester comprises dans l'intervalle* T_m-T_1, *peuvent être des multiples ou sous-multiples de celles de la source.* Le phénomène étudié sous le nom de ferro-résonance n'est qu'un cas particulier où l'oscillation libre se produit à la fréquence fondamentale. Un multiplicateur de fréquence utilisant cette propriété permet en particulier d'obtenir *des harmoniques pairs sans emploi de courant continu.*

Comme, toutes choses égales d'ailleurs, la fréquence de l'oscillation entretenue croît avec la tension d'alimentation, il faut pour obtenir la résonance d'un harmonique des tensions supérieures à celles où se produit la ferro-résonance fondamentale (lorsqu'elle est également possible).

2. L'amorçage d'un tel multiplicateur se produit spontanément au cours de la variation continue d'un des paramètres dont dépend le circuit. Ce détail ne constitue d'ailleurs pas une différence essentielle avec le démultiplicateur, car divers montages augmentant l'efficacité des impulsions reçues par le circuit oscillant m'ont permis d'obtenir *l'amorçage spontané d'oscillations de fréquence supérieure, égale ou inférieure à celle de la source :* j'ai employé en particulier à cet effet une bobine à noyau de fer montée en série soit avec un condensateur et un bouchon simple convenablement accordé, soit avec un bouchon complexe ou semi-complexe [1] équivalent au système précédent. Ces dispositifs particulièrement aptes à l'excitation d'oscillations libres semblent au contraire rendre plus difficile leur synchronisation *et donnent souvent lieu avant un amorçage à de curieux phénomènes de battements* qui ne sont pas perceptibles avec le circuit simple primitivement étudié.

3. Le démultiplicateur monophasé décrit dans ma dernière Note [2] et composé de deux bobines à noyau de fer BA_1 et BA_2, en série, respectivement avec deux condensateurs A_1C et A_2C, *constitue à proprement parler un montage réversible lorsqu'on le complète par un condensateur disposé entre* B *et* C, pour compenser le courant déwatté. Alimenté à la fréquence f entre

---

(1) Appellations conformes à l'article de MM. Brillouin et Fromy (*Onde électrique*, 4, 1925, p. 337 et 378).

(2) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1603.

B et C et amorcé comme je l'expose dans la Note précitée [1], il fournit entre A_1 et A_2 une tension de fréquence f/n exempte d'harmonique n : réciproquement, *si on l'alimente entre* A_1 *et* A_2 *à la fréquence* f/n *on peut recueillir entre* B *et* C *une tension de fréquence* f *dont le sous-harmonique est éliminé*. L'appareil se présente dans ce dernier cas sous la forme de deux circuits oscillants fermés, couplés par capacité et alimentés aux deux bornes restées libres. L'expérience précédente prouve qu'il peut s'établir spontanément dans ces deux circuits des oscillations de même amplitude, de phases opposées et de fréquence égale à celle de la source ou à un de ses multiples [2]. Ce phénomène, qui se produit encore lorsque la capacité de couplage augmente progressivement jusqu'au court circuit entre B et C [3] *permet d'expliquer diverses anomalies signalées dans des groupes de transformateurs* et dont les théories basées sur la saturation et l'hystérésis n'ont jamais rendu compte d'une façon satisfaisante.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les propriétés hygroscopiques et catalytiques du cuivre électrolytique gélatiné*. Note de MM. **C. Marie** et **P. Jacquet**, présentée par M. G. Urbain.

Le cuivre électrolytique déposé en présence de gélatine contient une surcharge composée de gélatine, de sulfate de cuivre et d'une certaine quantité d'eau [4]. Il avait été admis implicitement d'après les résultats analy-

---

(1) Dans cette Note consacrée à la transformation du monophasé en polyphasé, j'envisageais l'emploi d'un système de contacts tournants synchronisés pour créer un décalage entre les oscillations amorcées dans plusieurs circuits alimentés en parallèle. Au cours d'expériences plus récentes, exécutées sur un transformateur de monophasé en triphasé et pour des valeurs convenables de la tension d'alimentation, il m'a suffi de coupler entre eux les trois circuits oscillants par une résistance placée sur le fil commun pour que l'amorçage d'un seul entraîne celui des autres avec le décalage souhaité.

(2) Des sous-harmoniques pairs peuvent aussi prendre naissance sous l'effet d'une modification brusque si les périodes propres sont suffisamment longues.

(3) On peut mettre alors l'entretien des harmoniques en évidence au moyen d'un voltmètre connecté aux bornes libres de deux secondaires portés par les noyaux des bobines et associés en opposition. L'appareil, qui normalement reste au zéro, dévie chaque fois qu'une oscillation est amorcée.

(4) C. Marie et A. Buffat, *J. de Chim. Phys.*, 24, 1927, p. 470.

tiques que le sulfate de cuivre était à l'état d'hydrate $SO^4Cu.5H^2O$. Nous nous sommes efforcés de vérifier directement si cette hypothèse était justifiée. Au cours des expériences nous avons été amenés à faire quelques remarques que nous résumerons dans cette Note.

1° Les dépôts séchés rapidement comme on le fait en analyse électrolytique contiennent en réalité une quantité d'eau (0,90 pour 100 environ) sensiblement double de celle qui correspond aux $5H^2O$ du sulfate de cuivre contenu.

2° Une partie de cette eau s'élimine si on laisse le dépôt à l'air et la courbe de dessiccation a la même allure que celle que l'on obtient avec de la gélatine dans les mêmes conditions.

3° L'étude de la dessiccation d'abord à l'air, puis sur l'acide sulfurique, puis à 100°, dans un courant d'azote sec, effectuée comparativement sur les dépôts de cuivre gélatiné et sur des quantités équivalentes de gélatine et de sulfate de cuivre $SO^4Cu.5H^2O$ montre que tout se passe comme si une partie de l'eau contenue dans ces dépôts provenait de la gélatine et l'autre du sulfate de cuivre.

4° Les expériences inverses d'absorption d'humidité dans diverses atmosphères confirment cette conclusion; elles montrent en particulier qu'un dépôt de cuivre gélatiné se comporte à ce point de vue comme la gélatine qu'il contient. Les courbes d'absorption et de dessiccation ont la même allure.

5° Ces propriétés hygroscopiques sont la cause probable de la fragilité des dépôts après dessiccation et de leur tendance à s'enrouler si le support (lame de platine) est suffisamment mince.

6° Nos expériences nous ont montré en outre que le cuivre gélatiné présente des propriétés catalytiques particulières. Au début, en effet, nous avions tenté d'effectuer la déshydratation à 100° dans un courant d'hydrogène. Ce gaz contenant de très petites quantités d'oxygène, nous avons constaté que les dépôts gélatinés provoquaient la formation d'eau, alors que le cuivre électrolytique ordinaire est sans action.

Les dosages de l'eau ainsi formée nous ont amenés à la conclusion que la gélatine donne au cuivre, au point de vue de la synthèse de l'eau, une activité catalytique que seul possède le cuivre très fin obtenu par réduction à 220° de l'oxyde préparé à partir du nitrate.

7° Ces propriétés hygroscopiques et catalytiques montrent la grande porosité des dépôts de cuivre obtenus en présence de gélatine. La finesse

des grains que révèle l'examen aux rayons X ([1]) doit intervenir en outre en ce qui concerne l'action catalytique.

Le détail des expériences qui justifient ces conclusions sera donné dans un autre Recueil.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le nombre d'ions produits par les rayons α du radium C′ dans l'air.* Note de Mme **Irène Curie** et M. **Frédéric Joliot**, présentée par M. Cotton.

Dans une Note précédente ([2]) nous avons exposé le principe d'une nouvelle détermination du courant d'ionisation des rayons α du radium C′. Désignons par i_α le courant de saturation qui correspond à l'absorption des rayons α dans l'appareil de Mme Pierre Curie ([3]). Au voisinage de cet appareil se trouve une chambre d'ionisation qui reçoit les rayons γ émis par la source (RaB + RaC), filtrés par 15mm de plomb pour éliminer l'effet de RaB, et produisant le courant i_Γ. On mesure alternativement les courants i_α et i_Γ sans déplacer la source. La chambre à rayons pénétrants a été étalonnée en remplaçant la source par plusieurs petites ampoules de radon soigneusement comparées à un étalon de radium. La plus grande partie du rayonnement β est déviée par un champ magnétique et n'intervient pas dans la mesure de i_α. Nous déterminons la correction due à l'ionisation produite dans cette chambre par les rayons α les plus rapides et le rayonnement γ en arrêtant exactement les rayons α par un écran de 15,5 mg/cm² en Al, placé sur la source. La correction reste la même si l'on double l'épaisseur de l'écran. Ce résultat joint à ceux de l'expérience préliminaire ([4]) nous montre que l'absorption du rayonnement β + γ par l'écran d'Al est sans influence sur la correction.

La source est constituée par un disque métallique de 5mm de diamètre dont on a activé dans le radon une face parfaitement polie. Les sources ont été soigneusement débarrassées de l'émanation occluse. On a employé des sources de 30 à 5 millicuries à l'origine des mesures.

Marche d'une expérience. — La source de rayonnement est introduite

---

([1]) C. Marie et J.-J. Trillat, *Société de Chimie physique*, séance du 25 janvier 1928.

([2]) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1722.

([3]) Mme P. Curie, *Journ. Chim. Phys.*, 22, 1925, p. 141.

([4]) *Loc. cit.* ([2]).

dans l'appareil une demi-heure après la fin de l'activation, quand le Ra A est détruit; on fait le vide et l'on établit le champ magnétique. On suit l'évolution du dépôt actif pendant 2 heures environ par une succession rapide de mesures croisées donnant le courant i_α et le courant i_Γ à des temps connus. On fait également des mesures de i_α en laissant entrer dans l'appareil de l'air à une pression et à une température connue.

Résultats expérimentaux. — On a vérifié que le rapport $\frac{i_\Gamma}{i_\alpha}$ correspondant à des intensités de sources très variées est constant à moins de $\frac{3}{1000}$ près au cours du temps, ceci nous montre l'absence d'émanation occluse et nous prouve en outre que les rayons γ du Ra B n'interviennent pas dans la mesure de i_Γ. La valeur de ce rapport, jointe à la mesure du courant produit par l'étalon de radon dans la chambre à rayons pénétrants, nous permet de calculer le courant d'ionisation produit dans l'angle solide 2π par les rayons α émis par 1 millicurie de Ra C' qui ont traversé un écran d'Al équivalent à $0^{cm},60$ d'air à 15° et 760^{mm}.Hg. La valeur moyenne obtenue, 1823 ± 5 U.E.S. par millicurie, doit subir une correction pour l'absorption des rayons dans l'écran d'aluminium.

Nous avons déterminé cette correction en mesurant i_α pour des rayons ayant subi une absorption préalable dans de l'air introduit entre la source et la chambre d'ionisation. De la courbe qui représente i_α en fonction du parcours absorbé, on déduit par extrapolation la fraction de l'ionisation totale absorbée dans l'écran d'aluminium, soit $6,3 \pm 0,2$ pour 100. Le courant d'ionisation produit dans l'angle 2π par les rayons α émis par 1 millicurie de Ra C' est donc 1944 ± 10 U.E.S. En prenant pour la charge élémentaire la valeur $4,774.10^{-10}$ U.E.S. et pour Z, nombre de particules α émises par 1^g de Ra, la valeur $3,7.10^{10}$ ou la valeur $3,45.10^{10}$, on trouve pour le nombre d'ions produits par une particule α du Ra C' : $2,2.10^5$ ou $2,36.10^5$. Le premier résultat est en accord avec celui donné par Fonovits Smereker (¹) et le second diffère notablement de celui que l'on peut déduire du nombre de Geiger (²), en remplaçant dans le travail de cet auteur l'ancienne valeur de la charge, $4,65.10^{-10}$ U.E.S. par $4,774.10^{-10}$ U.E.S.

Nous déduisons de plus de ces expériences que la forme réelle de la courbe de Bragg relative aux rayons α du Ra C' doit être intermédiaire entre celle de Henderson et celle de Irène Curie et F. Béhounek, et que

(¹) Fonovits Smereker, *Wien. Ber.*, 131, 1922, p. 355.
(²) H. Geiger, *Proc. Roy. Soc.*, 82, 1909, p. 486.

la proportionnalité de l'ionisation à l'énergie qui se vérifie dans les trois derniers centimètres du parcours n'est pas exactement réalisée pour les rayons du RaC', l'ionisation observée étant de 2 pour 100 plus élevée que l'ionisation prévue d'après la fin du parcours.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le passage d'un cycle en* C^6 *à un cycle en* C^5 *avec transposition moléculaire par isomérisation des oxydes du phénylcyclohexène et du phényl-1-méthyl-4-cyclohexène.* Note de Mlle **Jeanne Lévy** et M. **J. Sfiras**, présentée par M. A. Béhal.

On connaît à l'heure actuelle diverses méthodes qui permettent de réaliser le passage d'un cycle en C^n à un cycle en C^{n-1} à savoir : la déshydratation de certains alcools de la série hydrocyclique ([1]), l'action de la potasse sur diverses cétones hydrocycliques monochlorées ([2]) ou sur les alcoyl-cyclohexènolones ([3]), enfin l'élimination de HI par le nitrate d'argent sur les iodhydrines dérivés des glycols hydrocycliques ([4]) ou hydronaphtaléniques ([5]).

L'isomérisation par la chaleur des oxydes d'éthylène du phénylcyclohexène et du phényl-1-méthyl-4-cyclohexène nous a conduits à un résultat analogue et nous a permis de passer d'une chaîne en C^6 à une chaîne en C^5.

Nous avons observé en effet que l'oxyde de phénylcyclohexène s'isomérise par simple distillation en présence de ponce sulfurique ou de trace de chlorure de zinc anhydre en fournissant deux produits qui sont, l'un la phénylcyclohexanone formée sans modification du squelette carboné initial, l'autre l'aldéhyde phényl-1-cyclopentanoïque formée par rupture du cycle en C^6 et fermeture en un cycle en C^5 ([6]). Ainsi la réaction s'effectue suivant deux modes différents.

([1]) Meerwein, *Lieb. Ann.*, 405, 1914, p. 142-147.

([2]) Faworsky et Bojovski, *Journ. Soc. phys. chem.*, 50, 1920, p. 582.

([3]) Wallach, *Lieb. Ann.*, 414, 1918, p. 296.

([4]) Tiffeneau, *Comptes rendus*, 159, 1914, p. 771.

([5]) Tiffeneau et Orehkoff, *Bull. Soc. chim.*, 7e série, 25, 1919, p. 1215.

([6]) C'est à un mécanisme semblable que l'on peut avoir recours pour expliquer l'action des organomagnésiens sur les oxydes de cyclohexène (Vavon et Mitchovitch, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 702) et de cycloheptène (M. Godchot et Mlle Cauquil, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 375 et 955).

Toutefois cette double orientation ne dépend pas de la rupture de l'oxygène oxydique qui s'effectue toujours d'un seul côté. C'est seulement quand cette rupture a eu lieu qu'interviennent deux mécanismes possibles suivant que dans la phase de réorganisation c'est l'hydrogène (form. I) ou le carbone voisin (form. II) qui se détachent pour saturer le carbone qui a rompu sa liaison avec l'oxygène.

(I) CH^2 CH^2 / CH^2 C—H / C—O / C^6H^5 → CH^2 CH^2 / CH^2 C—H / CH^2 C O / C^6H^5 → CH^2 CH^2 / CH^2 CO / CH^2 CH / C^6H^5

(II) CH^2 CH^2 / CH^2 CH / CH^2 C—O / C^6H^5 → CH^2 CH^2 / CH^2 C—H / CH^2 C O / C^6H^5 → CH^2 CH^2 / CH^2 / CH^2 C—CHO / C^6H^5

De même l'isomérisation de l'oxyde de phénylméthylcyclohexène, pratiquée dans les mêmes conditions que celle de son homologue, permet d'isoler également deux produits oxygénés isomères. L'un la phénylméthylcyclohexanone est obtenue sans transposition moléculaire, l'autre produit aldéhydique provient de la rupture du cycle en C^6 suivie de la fermeture de la chaîne carbonée avec diminution du cycle.

Oxyde de phényl-1-cyclohexène-1. — Éb. (15-16^{mm}) : 136°; $n^{17} = 1,5434$; $d_0 = 1,0758$. Cet oxyde a été préparé par action de l'acide perbenzoïque sur le phényl-1-cyclohexène-1. Cet oxyde s'isomérise en présence de trace de chlorure de zinc en phényl-1-cyclohexanone-2 (Rdt. 60 pour 100) (semicarbazone F. 166°), et en aldéhyde phényl-1-cyclopentanecarbonique-1 (Rdt. 9 pour 100).

Aldéhyde phényl-1-cyclopentanecarbonique-1. — Ce produit bout à 134° sous 15-16^{mm}; fournit une semicarbazone fusible à 196°,5, réduit le nitrate d'argent ammoniacal à froid et la liqueur de Fehling à chaud. Par oxydation ménagée cet aldéhyde conduit à l'acide phényl-1-cyclopentanecarbonique-1 (F. 155-157°) dont le chlorure d'acide fournit une amide fusible à 108°.

Oxyde de phényl-1-méthyl-4-cyclohexène — Cet oxyde est obtenu par oxydation de l'acide perbenzoïque sur le phényl-1-méthyl-4-cyclohexène-2; il est fusible à 36° et bout à 140-141° sous 15^{mm}. Son isomérisation a permis d'isoler la phényl-1-méthyl-4-cyclohexanone-2 (Rdt. 55 pour 100) et l'aldéhyde phényl-1-méthyl-3-cyclopentanecarbonique-1 (Rdt. 2 pour 100).

Phényl-1-méthyl-4-cyclohexanone-2. — Cette cétone fournit une semicarbazone fusible à 217°; elle ne se combine pas au bisulfite de soude. Son oxydation permanga-

nique fournit l'acide benzoyl-1-méthyl-3-cyclopentanoïque-5 (F = 56°) (semicarbazone F = 214°).

Aldéhyde de phényl-1-méthyl-3-cyclopentanecarbonique. — Cet aldéhyde donne une semicarbazone fusible à 172°. Il réduit la liqueur de Fehling, à chaud. Par oxydation ménagée il fournit l'acide phényl-1-méthyl-3-cyclopentanecarbonique (F. 124°).

Conclusions. — L'isomérisation de l'oxyde de phénylcyclohexène et de son homologue l'oxyde de phényl-1-méthyl-4-cyclohexène fournit pour chaque oxyde deux produits oxygénés isomères, l'un cétonique obtenu sans transposition moléculaire, l'autre aldéhydique qui résulte d'une transposition moléculaire dont on connaît déjà quelques exemples et qui comporte le passage du cycle en C^6 en un cycle en C^5.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation des éthers oxydes.* Note [1] de M. **Albin Marty**, présentée par M. Paul Sabatier.

Sabatier et Senderens ont étudié l'hydrogénation directe sur le nickel des éthers oxydes [2]. En série grasse, l'oxyde d'éthyle donne lieu à la rupture de la molécule, en éthane et alcool éthylique lequel est à son tour transformé en méthane et oxyde de carbone, transformable lui-même en méthane et eau.

Pour les oxydes mixtes phényl alcooliques, ils ont, ainsi que Brunel [3], obtenu l'hydrogénation du noyau en opérant à 150° sur le nickel. Enfin l'oxyde de phényle traité par Mailhe et Murat [4] a donné la rupture en phénol et benzine sans hydrogénation du noyau.

J'ai repris l'étude de l'hydrogénation de ces trois classes d'oxydes en opérant sous pression réduite pour essayer d'obtenir, grâce à une température convenable, dans les cas non encore réalisés, l'hydrogénation du noyau.

1° *Oxydes aliphatiques.* — J'ai traité l'oxyde de propyle, d'isopropyle, de butyle, d'amyle et d'isoamyle, sur le nickel réduit suivant la méthode de Sabatier et Senderens [5] à des températures variant de 250 à 300°. Ces divers oxydes m'ont tous donné la réaction de rupture, signalée par Saba-

---

(1) Séance du 25 juin 1928.

(2) P. Sabatier et Senderens, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, 33, 1905, p. 616.

(3) Brunel, *Ann. Chim. Phys.*, 8e série, 6, 1905, p. 205.

(4) Mailhe et Murat, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 11, 1912, p. 122.

(5) P. Sabatier et Senderens, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, 33, 1905, p. 616.

tier, à des degrés différents. L'oxyde de propyle est moins facile à rompre que l'oxyde d'isoamyle, par contre la solidité de l'alcool amylique obtenu est plus grande que celle de l'alcool isopropylique qui est pour ainsi dire détruit en totalité en CO et éthane. La température de 300° est, semble-t-il, la meilleure pour effectuer ces réactions.

2° *Oxydes mixtes.* — Dans cette classe de corps, j'ai étudié le phénétol et les éthers méthyliques et éthyliques du β-naphtol ainsi que le gaïacol.

Phénétol. — Ce corps hydrogéné à 150° par Sabatier et Senderens (1) ainsi que par Brunel (2) avait donné le cyclohexane-oxy-méthane. J'ai effectué son hydrogénation à 180 et à 250°. A 180° on obtient une rupture nette selon la formule $C^6H^5OC^2H^5 + H^2 \rightarrow C^6H^6 + C^2H^5OH$, sans production de phénol, mais la benzine obtenue est hydrogénée en cyclohexane. A 250° on a à la fois les deux réactions

$$C^6H^5OC^2H^5 + H^2 \rightarrow C^6H^6 + C^2H^5OH$$

et

$$C^6H^5OC^2H^5 + H^2 \rightarrow C^2H^6 + C^6H^5OH.$$

L'alcool éthylique commence d'ailleurs, à cette température, à se décomposer en méthane et CO qui est hydrogéné à son tour.

Yara-Yara et Néroli. — Les deux éthers mixtes du β-naphtol hydrogénés à 280°, température minima, imposée par leur point d'ébullition, sont scindés normalement dans les deux sens, et l'on obtient de l'alcool méthylique ou éthylique (ou les débris de ces corps) et de la naphtaline ainsi que du β-naphtol. Mais la réaction d'hydrogénation ne s'arrête pas là; en effet la naphtaline est en totalité hydrogénée en grande partie en dihydronaphtalène (F. 15°; E. 212°) et un peu en tétrahydro (E. 206°). Le β-naphtol est hydrogéné en tétrahydro-β-naphtol (E. 264°).

Gaïacol. — Le gaïacol, hydrogéné à 250°, est, comme l'avaient constaté Mailhe et Murat (3), scindé sur le nickel en pyrocatéchine et phénol. Pour obtenir l'hexahydrogaïacol, Ipatief avait traité le gaïacol par l'oxyde de nickel sous 100 atmosphères d'hydrogène à 240° (4). J'ai aussi obtenu l'hexahydrogaïacol en hydrogénant le gaïacol sur le nickel sous pression réduite à 300mm de Hg, qui permet d'opérer à 180° par abaissement du point

(1) P. Sabatier et Senderens, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, 33, 1905, p. 616.
(2) Brunel, *Ann. Chim. Phys.*, 8e série, 6, 1905, p. 205.
(3) Mailhe et Murat, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 11, 1912, p. 123.
(4) Ipatief et Louvogoi, *Soc. Phys. Chim. Russe*, 46, 1914, p. 470.

d'ébullition et j'ai obtenu l'oxyde mixte $C^6H^{10}\langle^{OH}_{O-CH^3}$ ainsi que de la pyrocatéchine et du phénol, lui-même partiellement hydrogéné en cyclohexanol.

3° *Oxyde de phényle.* — J'ai réussi aussi dans ce cas à obtenir l'hydrogénation du noyau par l'emploi, soit de la pression réduite qui permet d'opérer à la température la plus favorable 180°, par abaissement du point d'ébullition; soit d'une légère surpression qui stabilise le produit formé. Sous 30^{mm} et surtout sous 300^{mm} de Hg à la température de 180°-200°, on a formation d'oxyde de cyclohexyle (E. 239°-240°) obtenu par Schrauth et Wege (1) en hydrogénant l'oxyde mixte de phénylcyclohexyle. Il y a formation simultanée de phénol, cyclohexanol, benzine et cyclohexane. La proportion de l'oxyde de cyclohexyle formé ne dépasse pas 5 pour 100 du produit mis en œuvre. Ipatief (2) ayant lui aussi obtenu l'oxyde de cyclohexyle par hydrogénation de l'oxyde de phényle sous 100 atmosphères, j'ai pensé qu'une pression plus basse suffirait pour réaliser aussi cette hydrogénation. Sous 3^{kg} et 5^{kg} d'hydrogène comme pression initiale je suis arrivé à hydrogéner partiellement l'oxyde de phényle en oxyde de cyclohexyle à la température de 310°. Mais cette formation est toujours accompagnée d'une certaine rupture de la molécule en phénol et benzine.

GÉOLOGIE. — *La situation géothermique du bassin pétrolifère de Péchelbronn.* Note de MM. **J.-O. Haas** et **C.-R. Hoffmann**.

L'élévation anormale de température observée dans les champs pétrolifères les plus différents a suggéré l'idée qu'elle pouvait provenir de phénomènes exothermiques tels que polymérisation, oxydation, radioactivité de l'huile. On a même préconisé la mesure de la température comme moyen de recherche des zones productives.

A notre connaissance il n'existe pas jusqu'ici de champs pétrolifères où les mesures de température aient été assez nombreuses pour qu'on puisse se rendre compte de l'influence des accumulations d'huile sur les isothermes.

Les résultats de plus de 300 mesures exécutées au cours des dernières

(1) Schrauth et Wege, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 36, 1924, p. 1507.

(2) Ipatief et Philipof, *J. Soc. Phys. Chim. Russe*, 40, 1908, p. 501. — Ipatief, *Ber.*, 41, 1908, p. 993.

années dans la région de Péchelbronn, au moyen de thermomètres appropriés et avec toutes sortes de précautions, contribuent à éclaircir cette question.

Nous avons étudié les relations de la température ou du degré géothermique successivement avec la stratigraphie, la tectonique et les accumulations d'huile.

Les isothermes obtenues d'après les mesures exécutées furent portées sur un plan et sur des profils transversaux sur lesquels toutes les failles et les accumulations d'huile connues étaient indiquées. Ces documents ont permis de faire les observations suivantes :

1. En allant du bord W du Fossé Rhénan vers son milieu, direction qui est également celle du pendage des couches, nous voyons les isothermes monter assez régulièrement en se rapprochant. L'importance de ce rapprochement est caractérisée par les variations du degré géothermique. On trouve 20-32^{m} au bord du Fossé et 6-14^{m} à environ 15^{km} du bord,

2. Au droit des failles longitudinales qui ont généralement soulevé les compartiments E vis à vis des compartiments W, les isothermes sont nettement relevées.

3. Les zones productives ne paraissent pas avoir d'influence sur les isothermes. Vers le milieu du Fossé Rhénan la productivité diminue tandis que la température augmente.

Il ne semble pas encore possible de donner une explication satisfaisante de ces phénomènes. Nous ferons cependant remarquer que l'augmentation de la température vers le milieu du Fossé Rhénan coïncide avec la diminution des dépôts conglomératiques et sableux qui sont graduellement remplacés par des dépôts marneux, très finement lités et souvent bitumineux. Nous supposons que ces marnes sont moins bonnes conductrices de la chaleur, ce qui reste à vérifier.

En tout cas, dans le bassin de Péchelbronn nous ne pouvons pas expliquer les élévations de température par la présence d'accumulations d'huile.

LITHOLOGIE. — *Métamorphisme de contact produit par la protogine du Mont-Blanc.* Note de MM. **Paul Corbin** et **Nicolas Oulianoff**, présentée par M. Pierre Termier.

Dans le *Bulletin de la Société géologique de France* (1), nous avons discuté la question de l'existence de deux espèces de contact de la protogine du Mont-Blanc avec les schistes cristallins. Une série de photographies, ainsi que des coupes géologiques en coulisses, précisent la région où se rencontrent ces deux sortes de contact. Elle est située dans le voisinage du lac du Plan de l'Aiguille, au pied de l'Aiguille du Plan. A partir de là s'étend, dans la direction du sommet du Mont-Blanc, la zone du contact éruptif déterminé par le magma granitique (protogine). Ce bel exemple de métamorphisme mérite une étude détaillée actuellement en préparation. Pour aujourd'hui, nous voulons simplement indiquer les conclusions résultant de la comparaison des roches de cette zone de contact avec les enclaves que l'on rencontre à l'intérieur du massif granitique.

Cette zone de contact éruptif comprend trois sortes de métamorphisme :

a. Tout le long du front de contact, le magma granitique envahit les schistes, les disloque et les digère (endomorphisme), la nature des schistes déterminant celle du produit final. Les schistes sont de composition variée : quartzites, micaschistes, gneiss, calcaires. L'examen des roches endomorphiques révèle l'existence, dans cette zone, de granites très acides, de diorites, de syénites. A cette zone appartiennent, entre autres, les abrupts bien connus des Petits Mulets. Au premier abord, on serait tenté de les considérer comme taillés dans le granite. Mais le microscope montre que ce granite contient de nombreuses petites enclaves que leur composition minéralogique permet d'assimiler aux diorites.

b. La seconde espèce de métamorphisme marque l'impuissance du magma à digérer les schistes quand ils sont sous la forme de blocs. Sous l'influence de la température, les schistes recristallisent alors en cornes. De même que la roche principale de la série des schistes est feldspathique et micacée, les cornes sont de même, pour la plupart, feldspathiques à grain très fin, contenant à titre d'élément accessoire une proportion variable de

(1) P. Corbin et N. Oulianoff, *Les contacts, éruptif et mécanique, de la protogine et leur signification pour la tectonique du Massif du Mont-Blanc* (*Bull. Soc. géolog. de France*, 4e série, **26**, 1926, p. 153-162).

mica (le plus fréquemment de la biotite). Mais il y a aussi des cornes renfermant, comme élément dominant, de l'épidote, du quartz, ou encore du mica.

c. Enfin, le troisième genre de métamorphisme constitue une sorte de frange de passage entre la bande « *a* » et les schistes proprement dits. C'est la zone d'action des émissaires du foyer granitique, les pegmatites, amenant avec elles les minéralisateurs. Là encore, le produit final dépend de la nature des schistes. Ces derniers contiennent, entre autres, des zones calcaires ou marneuses, qui déterminent l'apparition de cornéennes calcaires et d'amphibolites formées aux dépens de ces zones. Mais les amphibolites ne constituent nullement l'espèce unique ou même dominante des produits du métamorphisme de la zone en question, comme on pourrait le croire en examinant les anciennes cartes géologiques.

La comparaison de la composition des enclaves schisteuses de l'intérieur du massif granitique avec celle des schistes cornés de la zone du métamorphisme de contact est très instructive. Ce sont les mêmes roches, le même genre de cornes, montrant des variations identiques de leur composition minéralogique et la même grosseur de grain.

Cette ressemblance pétrographique est d'ailleurs en parfait accord avec les résultats de nos recherches précédentes [1] qui ont montré que les traînées d'enclaves ne sont que les traces des fonds des anciens synclinaux que le magma granitique n'a pu digérer entièrement.

L'étude pétrographique renseigne, en outre, sur la nature des schistes formant autrefois les synclinaux anciens et que nous ne connaissons que sous forme de cornes. Leur nature était, comme on le voit, identique à celle des schistes de la base des Aiguilles de Chamonix.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les propriétés magnétiques des zones stratigraphiques de la vallée du Rhin.* Note de M. **E. Rothé** et Mme **A. Hée**.

Les interprétations des prospections magnétiques ne peuvent être énoncées avec quelque certitude que si l'on connaît les susceptibilités magnétiques des substances minérales sous-jacentes. Dans l'ignorance de ces

---

(1) Paul Corbin et Nicolas Oulianoff, *Recherches tectoniques dans la partie centrale du Massif du Mont-Blanc* (*Bulletin de la Soc. Vaudoise des Sc. nat.*, 56, 1926, p. 101-114).

propriétés on s'exposerait à de graves erreurs. M. Bauer a depuis longtemps appelé l'attention sur l'utilité des mesures d'ensemble systématiques sur le magnétisme des couches géologiques des divers pays. C'est pour ces différentes raisons que nous publions ici les résultats relatifs à quelques échantillons caractérisant la géologie de la vallée du Haut-Rhin. Nous avons eu à notre disposition des plaques provenant de sondages effectués jusqu'à 1300^{m} de profondeur mises à notre disposition par le Service géolologique des Mines Domaniales de Potasse.

Leur susceptibilité a été déterminée par la méthode classique de P. Curie, avec la balance de Curie et Chéneveau, particulièrement appropriée à l'étude de corps faiblement magnétiques et avec toutes les précautions d'usage que nous décrirons ailleurs. Les chiffres donnés dans le tableau ci-dessous se rapportent à des échantillons moyens prélevés dans la partie centrale des carottes, on a indiqué à titre de renseignement complémentaire la densité moyenne de la couche. Les nombres varient assez notablement d'un prélèvement à l'autre dans un même échantillon pour que la première décimale soit déjà superflue. C'est surtout l'ordre de grandeur qui intéresse les géologues pour leurs interprétations futures.

Nom.	Profondeur.	Densité.	$x.10^6$.
Chattien.			
Marnes bariolées...	110^{m}	2,26	23,0
Grès calcaire......	114	2,73	12,4
Grès calcaire:	119		
Partie dure		2,34	30,2
Partie sableuse..		1,98	193,0
Marnes bariolées...	220	2,32	26,2
» ...	240	2,32	19,1
Grès calc. micacé..	250	2,65	8,2
Stampien.			
Couches à Meletta marnes calcaires gris bleu, un peu bitumineuses dans les parties inférieures......	148	2,55	15,4

Nom.	Profondeur.	Densité.	$x.10^6$.
Stampien (suite).			
Grès calc. micacé..	136^{m}	2,43	32,1
Couches à Amphisyle marnes calcaires souvent bitumin. gris bleu, gris brun.......	185	2,22	9,6
Couches à Foraminifères, marnes calc. pyriteuses, verdâtres dans les parties sup......	189	2,29	17,4
Marnes calc. brunâtres dans les part. inf. Marnes pyriteuses......	195,8	2,34	22,1
Un autre prélèvement a donné....			19,8

Nom.	Profondeur.	Densité.	$x.10^6$.
Sannoisien.			
Zone salif. supér., marnes calc. et dolomitiques, par endroit bitumin. gris multicolores et rayées........	105^m	2,15	16,2
Zone salif. sup., sel gemme cristal...	180	2,12	—0,1
Zone salif. supér., gypse isolé de la gangue..........	208	2,31	—1,0
Zone salif. supér., marne..........	218	2,35	22,4
Un autre prélèvement a donné....			20,2
Zone salif. supér., marne..........	200	2,22	6,9
Sel gemme rose fib.	244	2,12	—1,2
Zone salif. supér., marne..........	335	2,43	8,3
Zone salif. supér., marne..........	362	1,93	5,8
Zone salif. supér., marne..........	409	2,41	4,6
Zone salifère supér., anhydrite bitum. et rognons......	428	2,75	7,9
Zone salif. supér., marne..........	476	2,47	4,8
Zone salif. supér., marne..........	547	2,38	7,8
Zone salifère supérieure, marne et sel gemme......	630	2,50	6,8

Nom.	Profondeur.	Densité.	$x^6.10$.
Sannoisien (suite).			
Zone salif. infér., marne feuilletée.	500^m	2,43	3,6
Zone salif. infér., marne..........	605	2,27	5,2
Zone salif. infér., sel.............	660	2,14	—1,4
Marnes vertes, calc. conglomér.......	262,5	2,47	
Nodules........			1,1
Marne..........			6,2
Marnes vertes, calcaire...........	284,5	2,47	0,1
Marne dure........	295	230	9,8
Marnes vertes, calcaire...........	407	2,50	1,0
Marne compacte, marnes vertes....	1050	2,34	13,4
Marnes vertes.....	1070	2,77	
Anhydr. en rognons.			0,4
Sel teinté de rose..			2,7
Marnes vertes, marne dure.....	1250	2,49	18,9
Marnes vertes, marne friable av. sel gemme fibreux (ensemb.).......	1279	2,19	13,7
Marnes vertes, sel gemme et anhydrite en rognons.	1315	2,14	0,7
Marnes vertes, sel gemme.........	1380	2,12	
Partie blanche...			—0,8
Partie grise.....			+0,4

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la loi de variation de densité de l'atmosphère en fonction de l'altitude.* Note [1] de M. **R. Esnault-Pelterie**, présentée par M. Fichot.

Mes études d'aéronautique m'ont amené à me préoccuper de la loi de variation de densité de l'atmosphère en fonction de l'altitude.

Il semble que les investigations en cette matière se soient jusqu'ici bornées à faire des moyennes du plus grand nombre possible d'expériences en les classant tout au plus par saisons (Tesserenc de Bort) et généralement en ne les classant pas du tout, ni par saisons, ni même parfois par lieu d'observation (moyennes étendues à tout un pays, voire à tout un continent). De semblables valeurs moyennes peuvent fort bien s'écarter de $\pm$ 10 pour 100 des valeurs réelles d'un jour considéré.

Il m'a paru désirable de rechercher s'il ne serait pas possible de trouver une formule serrant de plus près la vérité.

Je suis parti des prémisses suivantes :

1. Le gaz est un gaz parfait

$$\frac{p}{\mu} = \frac{RT}{M}.$$

2. La vitesse des courants verticaux est insuffisante à altérer l'état de pression par rapport à ce qu'il serait en cas d'équilibre hydrostatique

$$dp = -g\,\mu\,dZ,$$

où p est la pression du gaz, μ sa masse spécifique, M sa masse moléculaire, R la constante des gaz parfaits, g l'intensité de la pesanteur considérée comme constante, Z l'altitude, toutes ces quantités en C. G. S., et T la température absolue.

On tire des deux équations ci-dessus

$$(3)\qquad \mathrm{L}n\,\frac{\mu}{\mu_0} = \mathrm{L}n\,\frac{T_0}{T} - \frac{gM}{R}\int_{Z_0}^{Z}\frac{dZ}{T}.$$

Dans cette expression très simple, on voit ressortir sous le signe $\int$ la fonction $T = f(Z)$; entre des limites où elle ne s'écarte pas trop d'une loi linéaire, on peut intégrer cette fonction par la méthode de Simpson avec

(1) Séance du 25 juin 1928.

une très bonne approximation et (3) devient alors

$$\text{(4)} \qquad \mathrm{L}n\frac{\mu}{\mu_0} = \mathrm{L}n\frac{\mathrm{T}_0}{\mathrm{T}} - \frac{g\mathrm{M}}{\mathrm{R}}\left(\frac{\mathrm{Z}-\mathrm{Z}_0}{6}\right)\left(\frac{1}{\mathrm{T}_0}+\frac{4}{\mathrm{T}_m}+\frac{1}{\mathrm{T}}\right).$$

Compte tenu de (1), on tire de là

$$\text{(5)} \qquad \mathrm{L}n\mu = \mathrm{L}n p_0\frac{\mathrm{M}}{\mathrm{R}} - \mathrm{L}n\mathrm{T} - \frac{g\mathrm{M}}{\mathrm{R}}\left(\frac{\mathrm{Z}-\mathrm{Z}_0}{6}\right)\left(\frac{1}{\mathrm{T}_0}+\frac{4}{\mathrm{T}_m}+\frac{1}{\mathrm{T}}\right);$$

$$\text{(6)} \qquad \mathrm{L}n\frac{p_0}{p} = -\frac{g\mathrm{M}}{\mathrm{R}}\left(\frac{\mathrm{Z}-\mathrm{Z}_0}{6}\right)\left(\frac{1}{\mathrm{T}_0}+\frac{4}{\mathrm{T}_m}+\frac{1}{\mathrm{T}}\right).$$

Ces trois dernières formules présentent l'avantage de se prêter sans aucune transformation à une sommation par tranches; elles paraissent susceptibles d'une précision de l'ordre du centième car la perturbation due à la vapeur d'eau ne saurait atteindre cette amplitude. La formule (6) semble rendre possible la détermination de l'altitude avec une précision du même ordre (pour des tranches de hauteur suffisante) par la simple mesure de p et de T; il ne semble pas qu'aucune des formules proposées jusqu'à ce jour permette rien de semblable.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'améliaroside, nouveau glucoside de l'écorce de l'*Amelanchier vulgaris *Mœnch.* Note de MM. **M. Bridel**, **C. Charaux** et **G. Rabaté**, présentée par M. L. Mangin.

En appliquant la méthode biochimique d'Em. Bourquelot à l'invertine et à l'émulsine, aux rameaux et à l'écorce de l'*Amelanchier vulgaris* Mœnch, nous avons caractérisé dans cette écorce un glucoside hydrolysable par l'émulsine.

Dans des liquides dont 100^{cm^3} correspondaient à 100^{g} de rameaux ou d'écorce, nous avons obtenu les résultats suivants :

1° Avec les rameaux frais, l'émulsine a provoqué un retour de la déviation vers la droite de 1°19′ et la formation de $0^{\mathrm{g}},362$ de sucre réducteur, exprimé en glucose, soit un indice de 276;

2° Avec les rameaux séchés à +30°, l'émulsine a provoqué un retour de 1°24′ et la formation de $0^{\mathrm{g}},389$ de sucre réducteur, soit un indice de 277;

3° Avec l'écorce fraîche, le retour a été de 4° et il s'est formé $1^{\mathrm{g}},008$ de sucre réducteur, soit un indice de 252.

Le glucoside de l'*Amelanchier vulgaris* Mœnch existe donc dans l'écorce et n'est pas altéré par la dessiccation.

Pour l'obtenir, l'écorce sèche, pulvérisée, a été traitée par percolation

avec l'alcool à 92°, la colature a été distillée à sec et le résidu repris par l'eau distillée, la solution aqueuse a été concentrée en sirop et additionnée de magnésie, le mélange, pulvérulent, a été épuisé par l'alcool à 92°, à chaud, la solution alcoolique a été distillée à sec et l'extrait repris par une petite quantité d'eau bouillante :

L'améliaroside a cristallisé dans la solution. On l'a purifié par une nouvelle cristallisation. Rendement : 10^{g} par kilogramme.

On peut encore obtenir l'améliaroside en partant des rameaux frais. L'améliaroside, cristallisé dans l'eau et séché à l'air, se présente en petits prismes allongés, il possède une saveur amère, il renferme 4,54 pour 100 d'eau et fond, au bloc Maquenne, à $+195°$.

Il est lévogyre, $\alpha_D = -86°,56$ (anhydre).

Il est soluble dans l'eau, l'alcool éthylique et l'alcool méthylique; peu soluble dans l'acétone et l'éther acétique.

L'améliaroside ne présente pas de réaction de coloration spécifique quand on le traite, en poudre, par les acides ou les alcalis.

En solution aqueuse, il donne, par le perchlorure de fer dilué, une coloration violette peu intense.

Il est légèrement réducteur : 1^{g} réduit comme $0^{g},0641$ de glucose.

Il est hydrolysé par l'acide sulfurique à 3 pour 100, à $+100°$, et par l'émulsine.

Par l'acide sulfurique, 1^{g} fournit $0^{g},6043$ de sucre réducteur possédant un pouvoir rotatoire de $\alpha_D = +51°,4$.

Le produit non glucidique est soluble dans l'éther et s'obtient cristallisé en traitant le résidu de la solution éthérée par l'eau.

Il cristallise en tables hexagonales pouvant atteindre 1^{cm} de diamètre. Ce produit non glucidique, pour lequel nous proposons le nom d'*améliarol*, donne en solution aqueuse, par le perchlorure de fer dilué, une coloration violette assez forte.

Par l'émulsine, 1^{g} fournit $0^{g},6030$ de sucre réducteur. Le sucre réducteur a été obtenu à l'état cristallisé et caractérisé comme glucose par sa forme cristalline, son pouvoir réducteur et son pouvoir rotatoire, $\alpha_D = +52°,5$.

Le produit non glucidique est identique à celui que l'on obtient par hydrolyse acide. L'améliarol pur fond, à $+110°$, au bloc Maquenne et se sublime, dès cette température, dans le vide. A la pression atmosphérique, il commence à se sublimer à $+120°$.

L'indice de réduction enzymolytique de l'améliaroside est de 232.

L'indice de réduction par hydrolyse acide est de 229.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la formation des thylles chez les plantes greffées.* Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Quant on fait des olodibioses ou des hyperbioses, l'hypobiote, l'épibiote, le mésobiote ou l'hyperbiote sont complètement sectionnés lors de leur préparation. L'ouverture des vaisseaux ligneux ainsi coupés resterait béante si chacun des associés ne la bouchait à l'aide de procédés bien connus, observés et décrits depuis longtemps par les anatomistes chez les végétaux ayant subi des blessures graves intéressant tout ou partie de leurs tissus ligneux. Les vaisseaux hors d'usage s'aplatissent en général dans la direction radiale; ils s'oblitèrent par la production de la gomme de blessure ou se bouchent à l'aide de thylles. Dans les plantes greffées, des réactions semblables se produisent au niveau du bourrelet d'union; quelquefois aussi on observe dans cette région et chez les associés d'autres phénomènes qui n'ont pas encore été observés ou qui n'ont pas été suffisamment étudiés.

L'aplatissement de certains vaisseaux ligneux s'effectue d'une façon curieuse chez la Tomate portant diverses espèces de Solanées et chez le Soleil ou le Topinambour greffés entre eux ou avec des espèces voisines de la famille des Composées, etc. La décapitation de l'hypobiote est toujours suivie d'un brusque arrêt de la croissance en longueur qui détermine dans le tissu ligneux en voie de différenciation la formation d'une zone parenchymateuse dans laquelle les tissus se figent pour ainsi dire à l'état où ils se trouvent au moment de la section. Les vaisseaux ligneux s'y rencontrent à l'état non lignifié où leurs membranes sont partiellement épaissies sur une partie de leur pourtour. Lors de la reprise de la croissance des symbiotes, les tissus nouveaux, en se développant activement, déterminent des pressions qui s'exercent en tous sens, surtout tangentiellement car les vaisseaux tendres de la zone d'arrêt s'aplatissent principalement dans le sens latéral et non dans la direction radiale.

Le phénomène le plus remarquable consiste dans l'apparition anormale des thylles et dans leur répartition au niveau du bourrelet d'union et chez chaque conjoint. Le rôle et la formation de ces bouchons sont aujourd'hui bien connus depuis les travaux de Mangin. Leur répartition dans les greffes d'espèces différentes de Solanées placées sur un même hypobiote, la Tomate, est particulièrement instructive, ainsi que le prouve l'expérience suivante.

J'avais fait, le même jour et comparativement, des greffes de *Solanum*

Wendlandii, de *S. glaucophyllum*, de *S. jasminoïdes*; de *S. pubigerum*, d'*Iochroma*, de *Lycium* et de *Physalis Francheti* sur des Tomates provenant d'un même semis, ayant reçu les mêmes soins et choisies aussi semblables que possible. Les thylles apparurent en extrême abondance chez le *Solanum Wendlandii;* ils étaient assez nombreux chez les *S. glaucophyllum*, *S. jasminoïdes* et *S. pubigerum;* peu nombreux chez l'*Iochroma*, ils étaient rares chez le *Lycium* et manquaient chez le *Physalis Francheti*, dans les conditions de l'expérience.

Les hypobiotes Tomates présentaient eux-mêmes de curieuses variations dans l'abondance relative de leurs thylles. Ceux qui avaient servi de support au *Solanum Wendlandii* possédaient beaucoup plus de thylles que ceux qui portaient les *Solanum glaucophyllum, S. jasminoïdes* et *S. pubigerum*. Ces bouchons étaient plus rares chez les Tomates hypobiotes d'*Iochroma*, et plus rares encore chez celles qui étaient greffées avec le *Lycium;* ils manquaient totalement chez les hyperbiotes des *Physalis Francheti*. Il va de soi que les proportions relatives des thylles chez la Tomate suivant les espèces variaient suivant les exemplaires greffés pour une même espèce, mais sans modifier sensiblement l'influence particulière des espèces sur la valeur du phénomène qui s'est montrée spécifique.

J'avais aussi greffé des pieds de Chanvre de sexes différents. Dans leurs bourrelets, j'ai fait des coupes longitudinales en série afin d'étudier la cicatrisation dans ses rapports avec l'état plus ou moins serré de la ligature. Sur certaines de ces préparations, les vaisseaux ligneux ponctués, appartenant les uns à l'épibiote et les autres à l'hypobiote, avaient été coupés par le rasoir dans le sens de leur axe et sur une bonne partie de leur longueur. Sur la ligne transversale d'union très visible, la section des vaisseaux de l'hypobiote était placée en face des tissus de l'épibiote; la section des vaisseaux de celui-ci était disposée en sens inverse, ce qui permettait de les distinguer facilement les uns et les autres.

Des parenchymes réparateurs, fournis par les méristèmes cicatriciels du callus, s'étaient glissés entre les plaies en regard pour les réunir et rétablir les communications interrompues. En rencontrant l'ouverture béante des vaisseaux, ils avaient pénétré dans leur cavité et ils s'y étaient développés activement sur une assez grande longueur en donnant naissance à des cellules de taille fort variable, se divisant activement au début. Les membranes ponctuées des vaisseaux ainsi bouchées étaient restées très saines, sans aucune trace de décomposition; je n'ai trouvé nulle trace de hernie des parenchymes au travers des ponctuations comme c'est le cas dans le déve-

loppement normal des thylles. Il s'agit donc bien ici d'un mode, non encore décrit, de formation de ces bouchons qui semble particulier aux végétaux greffés. Il est probable que des coupes longitudinales en séries, effectuées dans les bourrelets d'autres espèces greffées, permettront d'en rencontrer d'autres exemples.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les vitamines hydro-solubles du groupe* B. *Existence probable d'un facteur thermostable et alcalinostable nécessaire à la vie.* Note de Mme **L. Randoin** et M. **R. Lecoq**, présentée par M. A. Desgrez.

A la suite d'expériences sur la valeur nutritive de diverses sortes de levures ou d'extraits de levure, nous avons dû admettre, en 1926 (1), l'existence de deux vitamines B distinctes : une *vitamine antinévritique* proprement dite; une *vitamine* dite d'*utilisation nutritive*, qui intervient spécialement dans le métabolisme des glucides. Elles existent toutes deux dans l'extrait de levure obtenu en épuisant, à froid, par l'alcool à 70°, de la levure de bière fraîche, cultivée sur malt houblonné. Administré au Pigeon à la dose de $0^g,10$ par jour, avec un régime artificiel privé de vitamines B, — qui, employé seul, détermine des crises de polynévrite et la mort en 17-27 jours —, cet extrait de levure (*extrait* B) complète parfaitement le régime d'expérience : le Pigeon vit sans présenter le moindre trouble.

Nous avons essayé de séparer, aussi simplement que possible, les deux facteurs actifs de l'extrait de levure de bière en utilisant la terre à foulon dont les propriétés adsorbantes vis-à-vis des vitamines B sont bien connues (A. Seidell, 1916).

Partant de cette idée que la vitamine d'utilisation nutritive est adsorbée beaucoup moins facilement et moins rapidement que la vitamine antinévritique, nous avons employé une *terre à foulon de faible pouvoir adsorbant*, qui, dans des conditions déterminées, fixe presque exclusivement la vitamine antinévritique (2). Il nous a donc été possible d'obtenir deux produits : un extrait de levure (*extrait* E) privé du facteur antinévritique (après adsorption de ce dernier par la terre à foulon), contenant la vitamine dite d'utilisation nutritive; une terre activée (*terre* TA) renfermant presque uniquement le facteur antinévritique.

---

(1) Mme L. Randoin et R. Lecoq, *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 1408 et 1564.
(2) Mme L. Randoin et R. Lecoq, *C. R. Soc. de Biologie*, **99**, 1928, p. 148.

Le premier produit prolonge la vie du Pigeon carencé : on observe alors un *syndrome polynévritique chronique*. Le second produit est, au contraire, sans action sur la durée de la survie, mais l'Oiseau ne présente pas les symptômes nerveux habituels ; il meurt après une courte période d'*étouffements, de suffocations* (¹).

D'autre part, nous avons constaté que l'extrait initial, — l'extrait total de levure de bière —, donné au Pigeon après chauffage en milieu alcalin à l'autoclave à 130° (*extrait* BS), semble avoir perdu ses propriétés vitaminiques.

Mais nous savons que l'*extrait de levure autoclavé en milieu alcalin* conserve en partie ses propriétés vis-à-vis du jeune Rat (Smith et Hendrick, Hassan et Drummond, etc.) ; nous savons aussi qu'il assure la croissance des levures à cause de la présence du « bios » — ou vitamine D de Funk et Dubin — non détruit par la chaleur et les alcalis, et enfin qu'il renferme probablement une autre vitamine, dite antipellagreuse (Goldberger).

Régimes.	Doses préventives d'extrait ou de terre (en gr par jour).	Symptômes prémortels.	Durée des survies (en jours).
Régime-témoin seul	»	crises de polynévrite	17-27
Rég.-tém. + Extr. initial B	0,10	»	indéfinie
	0,15	»	indéfinie
Rég.-tém. + Extrait E	0,10	polynévr. chronique (crises)	60-70
	0,15	polynévr. chronique (crises)	90-100
	0,20	polynévr. chronique (crises)	130-140
Rég.-tém. + Terre activée TA	0,25	étouffements, faiblesse	17-20
	0,60	étouffements, faiblesse	20-30
	1,00	étouffements, faiblesse	20-30
	1,50	étouffements, faiblesse	20-30
	2,00	étouffements, faiblesse	25-32
Rég.-tém. + Extr. E + Terre TA	0,15 E + 1,00 TA	»	indéfinie
Rég.-tém. + Extr. autoclavé BS	0,10	crises de polynévrite	20-25
	0,20	crises de polynévrite	25-30
	0,50	crises de polynévrite	25-35
	1,00	crises de polynévrite	30-40
Rég.-tém. + Extr. E + Extr. BS	0,10 E + 0,50 BS	polynévr. chronique (crises)	65-80
	0,15 E + 0,50 BS	polynévr. chronique (crises)	95-115
Rég. tém. + Terre TA + *Extr.* BS	2,00 TA + 0,50 BS	extrême faiblesse	80-100

Nous pensons qu'il n'existe peut-être, dans cet extrait autoclavé, qu'*un*

(¹) Nous avons obtenu d'ailleurs les mêmes résultats avec l'*extrait alcoolique de maïs*, particulièrement riche en vitamine antinévritique.

seul et même facteur d'utilisation cellulaire, et non deux ou trois vitamines distinctes.

Et d'abord, le facteur hydro-soluble thermostable et alcalinostable nécessaire au jeune Rat est-il vraiment inutile au Pigeon? Ne jouerait-il pas, au contraire, un rôle primordial chez tous les êtres vivants?

C'est pour essayer de donner une première réponse à ces questions que nous avons étudié comparativement, au moyen de nombreux lots de Pigeons et à différentes doses, l'action de tous les extraits et produits activés précités, celle de l'*extrait autoclavé en milieu alcalin* (BS), enfin celle des mélanges suivants : *Extrait* E + *Terre activée* TA; *Extrait* E + *Extrait* BS; *Terre activée* TA + *Extrait* BS.

Nos résultats essentiels sont mis en évidence dans le tableau ci-dessus.

Conclusions. — Ni la terre à foulon activée par fixation de la vitamine antinévritique proprement dite, ni l'extrait de levure autoclavé en milieu alcalin, ne sont capables de prolonger sensiblement la vie de Pigeons soumis à un régime privé de vitamines B. Mais, fait remarquable, en employant le mélange des deux produits, on constate que *la durée de la survie est considérablement augmentée.*

Il semble que l'extrait autoclavé apporte un facteur hydro-soluble thermostable et alcalinostable indispensable au Pigeon, intervenant dans l'utilisation cellulaire des divers principes nutritifs et, spécialement, des glucides.

L'extrait E, c'est-à-dire l'extrait de levure de bière privé du facteur antinévritique, contiendrait donc, non seulement la vitamine dite d'utilisation nutritive (thermolabile), mais encore le facteur thermostable.

Il est vraisemblable que les fortes doses de terre activée (2^g par jour) données aux Pigeons du dernier lot renferment, avec la vitamine antinévritique, une très faible quantité de vitamine d'utilisation nutritive.

ÉLECTRICITÉ PHYSIOLOGIQUE. — *Simplifications techniques de la mesure de la chronaxie chez l'homme avec les condensateurs. Présentation de l'appareillage.* Note [1] de MM. **Georges Bourguignon** et **André Walter**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une série de travaux antérieurs, l'un de nous a établi une technique de mesure de la chronaxie chez l'Homme à l'aide des décharges de condensateurs [2], permettant de lui appliquer la méthode de Lapicque.

---

(1) Séance du 25 juin 1928.

(2) G. Bourguignon, *La Chronaxie chez l'Homme*, 1 vol., Masson, 1923, p. 70 à 92.

Pour rendre la méthode pratique, il nous a paru intéressant de rechercher le moyen de simplifier les manœuvres nécessaires et d'en réduire le nombre.

I. *Doublage automatique.* — Pour doubler automatiquement le voltage rhéobasique, Tedeschi et Guglielmetti puis Lapicque et Gaudou, ont songé à introduire en série avec le réducteur de potentiel, une résistance égale à la sienne, qu'on supprime pour doubler le voltage.

On peut supprimer toute manœuvre pour doubler le voltage agissant sur le sujet, en plaçant une résistance additionnelle dans le circuit d'utilisation de telle manière que la recherche du seuil rhéobasique avec le courant continu s'effectue sur une résistance double de celle du circuit dans lequel se décharge le condensateur. Il suffit de placer une résistance égale à la résistance moyenne du circuit d'utilisation entre la source et la clef. Lorsque la clef sert à faire les fermetures et ouvertures du courant continu, le courant traverse le total de ces deux résistances. Lorsqu'elle sert à faire les charges et décharges de condensateurs, la résistance additionnelle se trouve dans le circuit de charge, mais est exclue du circuit de décharge dans lequel se trouve le sujet. La différence de potentiel agissant effectivement sur le sujet se trouve ainsi doublée, sans aucune lecture, sans aucune manœuvre. La mesure devient très rapide et toute erreur matérielle de lecture ou de manœuvre se trouve supprimée. Il ne reste que l'erreur provenant de l'écart entre la résistance réelle et la résistance moyenne : de nombreuses expériences comparatives ont prouvé que cette erreur est négligeable.

II. *Combinaison de la clef et du renverseur.* — Pratiquement il est nécessaire de faire autant de passages de courant dans un sens que dans l'autre, pour annuler la polarisation des tissus. Nous avons simplifié la double manœuvre de la clef et du renverseur en constituant une clef à double contact pivotant sur un axe passant par son extrémité fixe et entraînant dans son mouvement le renverseur. Le bouton de manœuvre de la clef a donc deux positions, l'une correspondant au sens direct du courant et l'autre au sens renversé, le sens direct étant celui dans lequel l'électrode active est négative. Cette combinaison réduit l'étendue des déplacements de la main manipulatrice, ce qui donne plus de fixité à la main qui tient l'électrode : la diminution des déplacements de l'électrode active augmente la précision et la rapidité de la mesure.

III. *Source.* — Le réducteur de potentiel, sans self, est l'adaptation à un voltage d'au moins 200 volts de celui de Lapicque. De faible résistance (400 ohms) il est nécessaire de l'alimenter avec une source de débit suffisant. Jusqu'à présent, la seule source possible était une batterie d'accu-

mulateurs de 100 éléments. Nous avons cherché à lui substituer une source d'encombrement moindre et d'entretien nul.

Nous avons employé le courant alternatif de secteur, de tension augmentée par transformateur, redressé par lampes-valves et filtré par selfs et capacités convenablement choisies. De nombreuses expériences comparatives avec cette source et avec la batterie d'accumulateurs nous ont montré la concordance absolue des rhéobases et des chronaxies déterminées avec les deux sources sur le même muscle, soit à l'état normal, soit à l'état pathologique. Cette source peut donc être considérée comme remplaçant rigoureusement la batterie d'accumulateurs.

Nous avons réalisé cet ensemble de simplifications dans une table dont nous présentons les éléments principaux.

L'ensemble du circuit (4000$^{\omega}$ dans le circuit principal, 10000$^{\omega}$ en dérivation, 11000$^{\omega}$ ou 6000$^{\omega}$ en série dans la branche du sujet) et des commutateurs est réuni sous un petit panneau d'ébonite à la surface duquel se trouvent à portée de la main toutes les commandes.

Les résistances ont été réalisées avec une self et une capacité négligeables en divisant chaque résistance en multiples bobines extra-plates à simple enroulement et ne dépassant pas 2000 ohms.

Un jeu de trois clefs introduit dans l'une quelconque des trois portions du circuit soit le milliampèremètre, soit une résistance compensatrice égale à la sienne.

La résistance additionnelle pour le doublage automatique est de 11125$^{\omega}$ quand la résistance en série avec le sujet est de 11000$^{\omega}$ et de 10460$^{\omega}$ quand elle est de 6000$^{\omega}$. Ces deux valeurs sont égales aux valeurs moyennes de la résistance totale du circuit pour un sujet de 2000 à 50000$^{\omega}$. Un commutateur double ajuste la résistance additionnelle à celle de la branche du sujet.

Le meuble est formé par la double table décrite par l'un de nous ([1]).

Le réducteur de potentiel et le combinateur des capacités sont à portée de la main sans déplacement du coude. Le réducteur peut pivoter pour être manœuvré soit par l'opérateur lui-même, soit par un aide.

Cet appareillage rend la mesure de la chronaxie chez l'homme plus sûre et plus rapide : on peut dans le même temps faire à peu près deux fois plus de mesures qu'avec les anciens dispositifs, avec une approximation au moins égale.

([1]) G. Bourguignon, *loc. cit.*

Son maniement plus simple permet de se familiariser plus promptement avec la méthode et contribuera à sa généralisation.

L'addition d'un jeu de résistances variables pouvant, au moyen de commutateurs, remplacer les résistances fixes et d'un rhéostat pour diminuer le voltage d'alimentation du réducteur de potentiel permet de rendre la même table utilisable à la fois pour les mesures de chronaxie chez l'animal et chez l'homme.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *L'action dynamique spécifique chez les Blattes.* Note de M. A. **Gourévitch**, présentée par M. C. Matignon.

Je me suis proposé d'étudier, sur les indications de M. Portier, l'influence de l'action dynamique spécifique chez les Invertébrés. Aucune étude de cette question n'a été faite, à ma connaissance, jusqu'à présent. La difficulté qui se présente est, en effet, de trouver des Invertébrés auxquels on puisse faire accepter à volonté, tour à tour, un régime composé soit d'hydrates de carbone, soit de protéiques. Beaucoup d'Orthoptères, et les Blattes en particulier, se prêtent à ces modifications de régime. J'ai donc choisi comme animal d'expérience la Blatte (*Periplaneta orientalis*); j'ai opéré seulement sur des femelles. La quantité de la substance nutritive brûlée a été appréciée d'après les échanges gazeux.

La méthode employée a été la suivante : 4-6 individus (1,7-4^{g}), de dimensions aussi égales que possible, nourris préalablement avec la substance en question, ont été introduits dans un flacon de capacité exactement connue (110$^{cm^3}$ environ). La température a été maintenue à 15°,3 environ (avec des écarts de moins d'un degré). Après 20 heures environ l'air du flacon a été analysé par la méthode Laulanié-Plantefol. Puis l'intensité des échanges gazeux a été ramenée à 1 gramme-heure.

L'erreur expérimentale ne dépasse pas 5 pour 100.

Je me suis efforcé d'opérer sur des animaux aussi semblables entre eux que possible, afin de réduire au minimum l'influence des écarts individuels.

Une première série d'expériences a porté sur des animaux nourris de saccharose (sucre en poudre commercial). D'autres animaux du même lot, mais à jeun depuis plusieurs jours ont été étudiés. Voici les résultats obtenus :

---

(1) Calculé à 0 et 760^{mm} Hg.

	Millimètres cubes par gramme-heure		
	O^2.	CO^2 (1).	Q. R.
Blattes nourries avec du sucre :			
I	119	118	0,99
II	100	98	0,98
III	121	119	0,98
IV	114	122	1,07
V	120	127	1,06
VI	128	124	0,97
VII	122	121	0,99
VIII	120	114	0,95
Moyenne	118		
Blattes à jeun :			
I	101	78	0,78
II	113	88	0,77
III	105	83	0,79
Moyenne	107	83	

Si l'on admet pour les animaux nourris avec du sucre 118$^{mm^3}$ de O^2 (et le même chiffre pour CO^2) comme consommation par gramme-heure, les écarts individuels sont d'environ 15 pour 100. On peut admettre 107$^{mm^3}$ de O^2 consommé et 83$^{mm^3}$ de CO^2 exhalé par gramme-heure, comme chiffre moyen pour les animaux à jeun.

L'alimentation sucrée a donc donné une augmentation d'environ 10 pour 100 en moyenne quant à la consommation d'oxygène; il est difficile de dire si cette augmentation a réellement lieu, car les différences individuelles sont de même ordre de grandeur. Il faut donc conclure que la nourriture hydrocarbonée n'augmente que peu (ou même peut-être pas du tout) la consommation de O^2. La quantité de CO^2 exhalé augmente par contre notablement car le quotient respiratoire tend vers l'unité.

Une autre série, provenant du même lot d'animaux, nourrie avec des protéiques a été expérimentée. Comme nourriture protéique j'ai choisi l'albumine d'œuf desséché et la caséine, également desséchée. Les blattes mangent assez volontiers ces substances; d'ailleurs l'autopsie pratiquée plusieurs fois a montré que l'intestin était rempli de la nourriture en question.

Cette série a donné les résultats suivants :

	Millimètres cubes par gramme-heure			
	O^2.	CO^2.	Q. R.	Genre de nourriture.
I	161	130	0,81	caséine
II	167	129	0,77	caséine
III	117	93	0,80	albumine
IV	154	124	0,81	albumine
Moyenne	150	119		

L'augmentation des échanges gazeux (par rapport aux animaux à jeun) a donc été en moyenne de 40 pour 100; elle portait aussi bien sur l'O^2 que sur le CO^2; par conséquent le Q. R. resta le même.

En conclusion : l'ingestion de sucre par les blattes n'augmente que peu (ou même peut-être pas du tout) la consommation d'O^2. La nourriture protéique, par contre, augmente notablement (de 40 pour 100 environ en moyenne) les échanges gazeux de ces animaux; cette augmentation semble bien ne pouvoir être due qu'à l'action dynamique spécifique.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La castration, chez les Lombriciens, n'empêche pas l'évolution des caractères sexuels secondaires, anatomiques et physiologiques.* Note de M. **Marcel Avel**, présentée par M. Caullery.

J'ai rapporté, dans un travail paru il y a plus d'un an [1], le résultat de nombreuses expériences de castration partielle ou totale pratiquées sur des Lombriciens (*Allolobophora terrestris*, Sav. et *A. caliginosa*, Sav.), et montré l'indépendance des caractères sexuels secondaires (*clitellum*, etc.) et des glandes génitales, malgré leurs concordances évolutives. Ces expériences ont été poursuivies et étendues depuis lors, et les résultats actuels confirment absolument mes premières conclusions.

Les opérations consistaient en l'ablation des glandes génitales de l'un ou l'autre sexe (*castrations partielles*), ou en l'ablation de la totalité des glandes génitales des deux sexes et de leurs annexes principales, c'est-à-dire des 4 testicules, des 8 vésicules séminales, des 2 ovaires et des 2 vésicules ovariennes (*castrations totales*).

Les castrations partielles ont toutes été pratiquées sur des adultes. Les

(1) *C. R. Soc. Biol.*, 96, 1927, p. 1143.

castrations totales ont été effectuées sur des adultes (*castrations postpubérales*), et sur des jeunes avant la maturité génitale (*castrations prépubérales*). Les animaux ont été, depuis l'opération, conservés dans d'excellentes conditions et suralimentés, de sorte qu'ils ont atteint généralement un poids très supérieur au poids moyen des animaux de même espèce et de même âge pris dans la nature. La durée des expériences a varié de 1 an à 2 ans et 5 mois.

Les caractères sexuels secondaires des castrats postpubéraux (partiels ou totaux) se sont développés, dans tous les cas, absolument dans le même ordre que chez les témoins entiers, et ont atteint le même développement maximum. Après être restés à ce dernier état pendant une durée variable, qui dépendait de la nutrition, les caractères sexuels secondaires régressaient exactement dans le même ordre que chez les entiers. Les castrats prépubéraux (tous castrés totalement) continuaient, après leur opération, à grandir à une vitesse normale, et même rapide, grâce à la suralimentation. Lorsqu'ils avaient atteint la taille à laquelle apparaît la puberté chez les entiers, ils acquéraient tous les caractères sexuels secondaires de leur espèce, qui atteignaient leur développement habituel, puis régressaient dans les délais ordinaires. Les caractères sexuels secondaires de tous les castrats évoluaient donc exactement comme ceux des entiers, de sorte qu'il est impossible de distinguer extérieurement entiers et castrats.

Les castrats totaux ont été pendant une année conservés isolément. Au début de janvier 1928, une vingtaine d'entre eux, porteurs de caractères sexuels secondaires développés au maximum, ont été réunis deux par deux. Ils se sont immédiatement accouplés d'une manière normale et, depuis, ont continué à s'accoupler très souvent. Deux couples seulement ont donné des cocons, de taille et d'aspect normaux (coque pleine de vitellus extra-ovulaire) mais dépourvus d'œufs. Les autres castrats n'ont rien donné; pourtant ils s'accouplent au moins aussi souvent que les entiers. La plupart de ces castrats ont des caractères sexuels secondaires développés au maximum sans interruption depuis le début d'octobre 1927, donc depuis 9 mois, durée exceptionnellement longue (chez les entiers elle ne dépasse guère 6 mois). Il est à remarquer, d'autre part, que ces castrats couplés ont conservé, à la différence des castrats isolés, et probablement sous l'influence des accouplements répétés, un appétit considérable pendant toute cette période. Ils réalisent ainsi une suralimentation prolongée, dont l'effet se manifeste par une prolongation considérable du développement des carac-

tères sexuels secondaires. Cette observation constitue la contre-partie des expériences d'inanition rapportées dans une précédente Note (¹), et confirme que les manifestations de la sexualité sont, chez les Lombriciens, sous la dépendance étroite de la nutrition.

Une quarantaine de castrats totaux ou partiels, porteurs de caractères sexuels secondaires développés au maximum, ont été soumis à une étude anatomique approfondie, sur des coupes en série complète. Ces examens ont montré que les glandes génitales (testicules et ovaires) et les vésicules ovariennes ne régénèrent à peu près jamais. Les vésicules séminales régénèrent assez souvent, mais pas toujours, et ces cas négatifs suffiraient à éliminer une influence possible de leur part sur les caractères sexuels secondaires. Pour obtenir une certitude complète, j'ai pratiqué l'ablation de toutes les vésicules séminales chez des animaux au début du développement du clitellum. Il n'en est résulté aucune régression, mais simplement un arrêt pendant la convalescence de l'opéré. Dès la guérison, le développement du clitellum a repris son cours pour atteindre vite son maximum dans un délai trop bref pour que les dissépiments lésés aient pu cicatriser complètement, donc bien avant que les vésicules séminales portées par ces dissépiments aient pu commencer à régénérer.

Conclusion. — L'évolution des caractères sexuels secondaires anatomiques, l'ardeur génitale et la possibilité de s'accoupler ne sont pas, chez les Lombriciens, sous l'influence des organes génitaux (testicules, ovaires), ni de leurs annexes directes (vésicules ovariennes, vésicules séminales). L'indépendance des caractères sexuels secondaires et des cellules germinales, déjà établie pour les vertébrés et les insectes, pourrait donc bien être générale chez les animaux.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur un bacille sporulé thermophile fonctionnant comme ferment lactique.* Note de M. **G. Guittonneau**, transmise par M. Lindet.

Parmi tous les ferments lactiques décrits jusqu'à ce jour, aucun n'a été signalé comme étant doué d'une activité notable à des températures supérieures à 55°C. J'ai pu cependant obtenir, à 68°, de très violentes fermentations lactiques. Le but de la présente Note est de faire connaître l'espèce bactérienne qui manifeste son activité au cours du phénomène observé.

(¹) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1761.

Cette espèce a été isolée pour la première fois de boue de Dax préalablement maintenue à 68-70° pendant plusieurs jours. Pour rappeler cette origine je propose de lui donner le nom de *Thermobacillus tarbellicus* (1). Mais ce nom n'implique aucune exclusivité quant à l'habitat des représentants du groupe. J'ai reconnu en effet que ceux-ci sont très largement répandus dans la nature et il est facile de les faire pulluler dans la terre arable et dans le fumier par un chauffage prolongé à 68-70°.

Une série de tâtonnements m'a démontré que les exigences alimentaires du *Thermobacillus tarbellicus* semblent être satisfaites aussi parfaitement que possible lorsqu'il vit dans un milieu nutritif que, pour simplifier, je désignerai par la lettre M, et dont la composition est la suivante : biphosphate de potassium, 1^{g}; sulfate de magnésium, $0^{g},2$; sulfate de fer, $0^{g},01$; chlorure de zinc, $0^{g},005$; chlorure de manganèse, $0^{g},005$; peptone Defresne, 15^{g}; saccharose, 40^{g}; eau du robinet, 1000^{cm^3}. Le liquide, neutralisé par la soude en présence de phénolphtaléine comme indicateur, est en outre additionné d'un grand excès de carbonate de calcium.

Ensemencé sur le milieu M et maintenu à diverses températures, le *Thermobacillus tarbellicus* accuse vers 68° un maximum très net dans sa vitesse de multiplication. Il suffit pour s'en rendre compte d'examiner le tableau ci-dessous.

Nombre de germes en millions par centimètre cube
(numérations faites sous le microscope).

Température des cultures.	A l'origine.	Après 4^{h}.	Après 7^{h}.	Après 10^{h}.	Après 12^{h}.	Après 30^{h}.	Après 50^{h}.	Après 150^{h}.
40°...	2,6	»	2,6	»	»	2,6	»	2,9
50...	2,6	5,2	13	130	286	260	208	»
68...	2,6	5,2	312	494	»	286	»	«
75...	2,6	»	2,6	»	»	2,6	»	2,6

Ce tableau montre en outre que, dans les limites de temps de mes expériences, la prolifération étudiée est pratiquement nulle à 40°. Elle est nulle également à 75° mais, à cette température, le milieu prend peu à peu une coloration brune très foncée qui révèle son altération chimique. Le microbe subit alors un ensemble d'influences si défavorables qu'au bout d'une quinzaine de jours il a perdu toute sa vitalité.

(1) Lors de l'invasion romaine la région de Dax était occupée par les Tarbelles.

Vis-à-vis de la chaleur agissant seule, indépendamment de toute action nocive du milieu, la résistance du *Thermobacillus tarbellicus* est cependant marquée. Il survit à une ébullition de 30 minutes et n'est tué, à 100°, qu'au bout d'une heure environ. Ce fait s'explique par la faculté qu'il a de produire des spores dont la formation s'observe aisément sur artichaut, ainsi qu'il sera dit plus loin.

En suivant au microscope l'évolution des cultures obtenues à 68° sur milieu M, on peut voir de très beaux bâtonnets immobiles, larges de 1^{μ} environ, souvent réunis en diplos pendant la période de multiplication, et ne dépassant pas alors la longueur de 4 à 6^{μ}, pour prendre plus tard des formes filamenteuses, plus ou moins sinueuses et entrelacées, dont la longueur peut atteindre et parfois dépasser 30^{μ}.

Rien n'est changé dans l'ordre des phénomènes que je viens de décrire si l'on opère sous le vide de la trompe à mercure au lieu d'opérer au contact de l'air. Le microbe étudié est donc indifférent à la présence ou à l'absence de l'oxygène.

Il est loin, par contre, d'être indifférent à la réaction du milieu, et, contrairement aux ferments lactiques de types connus, il supporte très mal l'acidité. Dans le milieu M privé de carbonate de calcium et amené à des pH variant de 4 à 10, je ne l'ai vu se développer qu'entre pH6 et pH9. Il ramenait alors assez régulièrement le pH du liquide nutritif au voisinage de 5,5 par production d'acide lactique aux dépens du sucre.

Les cultures du *Thermobacillus tarbellicus*, obtenues à 68° sur les principaux milieux couramment employés en bactériologie, présentent les caractères suivants :

L'eau peptonée se trouble et il se forme à sa surface un voile léger;

Le lait est fortement bruni sans coagulation et sa caséine subit une peptonisation très lente;

Sur gélose au bouillon de haricot peptoné sucré et soigneusement neutralisé, on voit apparaître en surface, au bout de 6 à 7 heures, des colonies d'abord transparentes et bleutées qui deviennent ensuite jaunâtres. Aucune colonie nettement délimitée ne se forme en profondeur.

Les cultures sur artichaut présentent au bout de 36 heures une coloration vert foncé anologue à celle que donne le *B. coli*. C'est dans ces cultures que j'ai pu suivre le plus commodément la formation de spores ovoïdes qui atteignent à maturité $1^{\mu},5$ de long sur $1^{\mu},3$ de large, chacune d'elles apparaissant à l'extrémité légèrement renflée d'un article dont la longueur ne dépasse guère 4 à 5^{μ}.

Le *Thermobacillus tarbellicus*, qui se décolore souvent, mais irrégulièrement par la méthode de Gram, reste au contraire parfaitement coloré par la méthode de Claudius.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Du rôle de l'autolyse dans la pathogénie de la maladie de Charcot.* Note de M. G. **Marinesco**, présentée par M. Roux.

Il règne actuellement une grande obscurité sur la cause qui détermine l'apparition de la maladie de Charcot. Dans la grande majorité des cas de cette affection on ne trouve pas dans les antécédents des malades une relation de cause à effet entre une infection et la sclérose latérale amyotrophique. Sans doute la syphilis à la faveur d'une méningo-myélite peut réaliser un tableau symptomatique qui simule la maladie de Charcot, mais l'existence des phénomènes surajoutés et surtout l'examen du liquide céphalo-rachidien suffisent pour dissiper tout doute possible. D'autre part la méthode des cultures, la coloration des coupes par les méthodes capables de mettre en évidence des microbes ont donné des résultats négatifs.

On pourrait admettre l'existence d'un ultra-virus qu'on ne peut pas déceler dans les coupes ou par la méthode des cultures. Mais l'inoculation de moelle de sclérose latérale amyotrophique, recueillie aseptiquement chez deux singes, pratiquée sous la dure-mère est restée sans effet. Aussi il faut chercher la cause de cette maladie mystérieuse dans l'organisme lui-même, c'est-à-dire qu'on doit considérer la maladie de Charcot comme une maladie endogène.

Voici les faits qui tendent à confirmer cette opinion :

1° Les lésions des cellules et des fibres nerveuses dans la sclérose latérale amyotrophique se rapprochent de celles des maladies familiales, c'est-à-dire qu'il y a des lésions telles que la chromatolyse, la surcharge de pigment, la dégénérescence des fibres nerveuses qui relèvent de l'autolyse, c'est-à-dire d'une auto-digestion portant sur les substances albuminoïdes, les hydrocarbones et les lipoïdes.

L'autolyse n'est pas un phénomène de mort mais une fonction permanente de toutes les cellules vivantes, et les ferments endo-cellulaires ne sont autre chose que les agents du métabolisme cellulaire.

A mesure que la protéolyse s'accentue, les ions sont mis en liberté, et parmi ceux-ci le fer, qui joue un rôle essentiel comme catalysateur des oxydations. Or le fer est très abondant dans la myéline.

Le pigment jaune des cellules nerveuses représente un produit d'autolyse résultant du dédoublement des lipoïdes et notamment des mitochondries. Il y a dans la maladie de Charcot un trouble profond de toutes les constantes cellulaires dont l'équilibre est maintenu par des ferments. Or mes recherches d'histochimie tendent à prouver qu'il y a dans les fibres comme dans les cellules nerveuses un système diastasique représenté par deux fonctions : une fonction de catalyse proprement dite due au fer et peut-être au manganèse et une fonction des ferments oxydants attachée à une particule colloïdale.

La méthode pour la mise en évidence des oxydases fait voir, dans les cellules radiculaires de la corne antérieure et des noyaux bulbaires, une disparition progressive des oxydases et l'apparition d'un pigment jaune dû à l'autolyse.

Cette altération des ferments oxydants empêche la réintégration des processus chimiques. Il s'ensuit un effondrement de l'architecture des éléments constitutifs des cellules et des fibres nerveuses dû au déséquilibre entre des ferments oxydants et des ferments hydrolysants.

Les mêmes phénomènes de désintégration chimique se passent dans la dégénérescence des fibres des cordons latéraux qui est un élément constant de la maladie de Charcot. Dans le cylindraxe il s'agit d'une neurolyse dans laquelle il intervient les phénomènes de précipitation suivie d'hydrolyse. Ensuite la dégénérescence de la myéline relève d'une hydrolyse qui décompose la lécithine qui constitue une grande partie de la myéline et donne naissance à l'acide stéarique, à l'acide glycérophosphorique et à la choline.

Tous ces phénomènes d'ordre physico-chimique, suivis de l'effondrement de la structure des constantes cellulaires, sont sous la dépendance des ferments autolytiques qui se trouvent aussi bien dans les cellules que dans les fibres nerveuses. La dégénérescence des fibres nerveuses est l'expression de la prédominance des ferments hydrolytiques sur les ferments synthétiques, due à la perturbation de l'équilibre normal des deux espèces de ferments. Cet équilibre varie avec la concentration en ions H, et à la concentration intracellulaire des ions H sont reliés les phénomènes d'oxydation et de réduction et par conséquent les propriétés physico-chimiques des colloïdes cellulaires. Or il y a dans la sclérose latérale amyotrophique une pertur-

bation de l'activité des ferments comme s'il existait dans les éléments malades une autolysine prédominante dont l'action aboutit à la destruction des cellules et des fibres nerveuses.

A 16^h30^m, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 17^h.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 25 juin 1928.)

Nomination de la délégation française à la troisième assemblée générale de l'Union astronomique internationale :

Page 1792, ligne 7, *au lieu de* MM. Fernand et Lucien d'Azambuja, *lire* MM. Lucien d'Azambuja, Fernand Baldet, ...

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE JUIN 1928.

Les courbes de l'espace à n dimensions, par C. GUICHARD; préface de G. KŒNIGS, in *Mémorial des Sciences mathématiques*, fasc. XXIX. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1928; 1 fasc. 25cm.

Notions fondamentales de Chimie organique, par CHARLES MOUREU. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1928; 1 vol. 23cm.

Les Problèmes biologiques : XI. *Les bases physiologiques de la fécondation et de la parthénogenèse*, par ALBERT DALCQ; préface de A. BRACHET. Paris, les Presses universitaires de France, 1928; 1 vol. 24cm,5.

Précis de Pathologie externe, par E. FORGUE. Paris, Doin et Cie, 1928; 2 vol. 21cm.

Au seuil de la chirurgie, par E. FORGUE. Paris, Doin et Cie, 1927; 1 vol. 22cm,5.

Nouveau Traité de Chirurgie, publié sous la direction de PIERRE DELBET et ANSELME SCHWARZ. XLIII. *Gynécologie*, par ÉMILE FORGUE et GEORGES MASSABUAU. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1927; 1 vol. 25cm.

Le problème géométrique des déblais et remblais, par PAUL APPELL, in *Mémorial des Sciences mathématiques*, fasc. XXVII. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1928; 1 fasc. 25cm,5.

La vie et l'œuvre d'Émile Haug (1861-1927), par CHARLES JACOB, extrait de la *Revue générale des Sciences*. Paris, Doin et Cie, 1928; 1 fasc. 21cm,5.

General Catalogue of Stellar Parallaxes, par FRANK SCHLESINGER. 1924; 1 fasc. 27cm,5.

Lettres de Madagascar (1896-1905), par GALLIENI. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1928; 1 vol. 23cm.

Trempe, recuit, revenu. Traité théorique et pratique, par LÉON GUILLET. II. *Pratique*. Paris, Dunod, 1928; 1 vol. 25cm,5.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PENDANT L'ANNÉE 1927 (*suite*).

Proceedings of the United-States National Museum. Washington.
Procès-verbal de la séance de la Commission géodésique suisse. Neuchâtel.
Procès-verbaux des séances de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux. Bordeaux.
Programme des prix décernés par la Société industrielle de Mulhouse.
Progrès médical (Le). Paris.

Pubblicazioni dell'Osservatorio Ximeniano dei PP. Scolopi. Firenze.
Publications biologiques de l'École des hautes études vétérinaires. Brno.
Publications de la Faculté de médecine de Brno. Brno.
Publications de la Faculté des sciences de l'Université Masaryk. Brno.
Publications de l'Institut séismologique de l'Université de Beograd. Bulletin séismique. Sarajevo (voir *Union géod. et géoph. internat.*).
Publications du Bureau central séismologique international. Paris.
Publications du laboratoire d'astronomie et de géodésie de l'Université de Louvain. Louvain.
Publications du Musée d'anthropologie et d'ethnographie Pierre-le-Grand, près l'Académie des Sciences de l'U. R. S. S. Léningrad.
Publications of the Allegheny Observatory. Pittsburgh.
Publications of the Astronomical Observatory of the Warsaw University. Varsovie.
Publications of the Dominion Astrophysical Observatory. Victoria, Ottawa.
Publications of the Dominion Observatory. Ottawa.
Publications of the Kapteyn Astronomical Laboratory. Groningen.
Publications of the Lick Observatory. Berkeley.
Publications of the National Academy of Sciences of the United States of America. Easton.
Publications of the United States Naval Observatory. Washington.
Publications of the Washburn Observatory. Madison.
Publications of the Yerkes Observatory. Chicago.
Publikationen des Astrophysikalischen observatoriums zu Postdam. Postdam.
Publikationer fra det Danske meteorologiske Institut Meddelelser. Copenhague.

Quarterly Journal of the Geological Society (The). London.
Quarterly of the Colorado School of Mines. Golden (Colorado).
Queensland Geographical Journal. Brisbane.

R. Comitato talassografico italiano (Memoria). Venezia.
Records of the Geological Survey of India. Calcutta.
Records of the Indian Museum. Calcutta.
Recueil des travaux botaniques néerlandais. Amsterdam.
Recueil mathématique de la Société mathématique de Moscou. Moscou.
Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië. Weltevreden.
Rendiconti del Circolo matematico. Palermo.
Rendiconti delle sedute della Reale Accademia Nazionale dei Lincei. Roma.
Rendiconti del Reale Istituto lombardo di scienze e lettere. Milano.
Rendiconti e memorie della R. Accademia degli Zelanti. Acireale.
Rendiconto dell'Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Napoli.

(*A suivre.*)